

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
Імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО

## **ЦИФРОВА ФОТОГРАФІЯ**

КОМП'ЮТЕРНИЙ ПРАКТИКУМ

*Рекомендовано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського  
як навчальний посібник для студентів,  
які навчаються за спеціальністю 186 «Видавництво та поліграфія»*

Київ  
КПІ ім. Ігоря Сікорського  
2020

Цифрова фотографія. Комп'ютерний практикум [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 186 «Видавництво та поліграфія» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: Я.В. Зоренко, Р.А. Хохлова, О.А. Зленко. — Електронні текстові дані (1 файл: 2,9 Мбайт). — Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. — 92 с.

*Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського  
(протокол №7 від «27» лютого 2020 р.)  
За поданням Вченої ради ВПІ (протокол №8 від «24» лютого 2020 р.)*

Електронне мережеве навчальне видання

## ЦИФРОВА ФОТОГРАФІЯ

Укладачі: *Зоренко Ярослав Володимирович, канд. техн. наук, доц.  
Хохлова Розалія Анатоліївна, канд. техн. наук, доц.  
Зленко Олександра Андріївна, асистент*

Відповідальний редактор: *Величко О. М., д-р техн. наук, проф.*

Рецензенти: *Іванко А. І., канд. техн. наук, доц.*

Навчальний посібник відповідає навчальній програмі дисципліни «Цифрова фотографія» спеціальності 186 «Видавництво та поліграфія» для студентів Видавничо-поліграфічного інституту. Наведено перелік лабораторних робіт, як індивідуальних занять комп'ютерного практикуму. Показано застосування теоретичного матеріалу до розв'язання практичних задач у відповідності до лабораторної роботи.

Для студентів ВПІ КПІ ім. Ігоря Сікорського та інших факультетів, інститутів, однопрофільних навчальних закладів, які вивчають дисципліну «Цифрова фотографія» та всіх зацікавлених осіб.

© КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020

## ЗМІСТ

Передмова.....	4
1. Мета, завдання і тематика лабораторних робіт (комп'ютерного практикуму).....	5
2. Основні вимоги до виконання лабораторних робіт (комп'ютерного практикуму).....	7
3. Оформлення звіту та порядок захисту.....	7
4. Зміст та перелік лабораторних робіт (комп'ютерного практикуму).....	8
4.1. <i>Лабораторна робота №1. Визначення параметрів цифрової фотографії та оптимальних умов експозиції</i> .....	8
4.2. <i>Лабораторна робота №2. Визначення параметрів експозиції для систем штучного освітлення</i> .....	16
4.3. <i>Лабораторна робота №3. Визначення чутливості матриці ЦФК до появи дефектних пікселів в умовах зміни параметрів фотозйомки</i> .....	25
4.4. <i>Лабораторна робота №4. Визначення раціональних режимів фотозйомки (видержка, світлочутливість, величина діафрагми)</i> .....	32
4.5. <i>Лабораторна робота №5. Особливості створення композиції кадру для портретної фотографії</i> .....	39
4.6. <i>Лабораторна робота №6. Особливості планування композиції кадру для пейзажної, репортажної і архітектурної фотографії</i> .....	48
4.7. <i>Лабораторна робота №7. Особливості створення портретної фотографії за типовими схемами освітлення об'єктиву</i> .....	57
4.8. <i>Лабораторна робота №8. Визначення режимів роботи цифрової фотокамери та величини дисторсії</i> .....	64
4.9. <i>Лабораторна робота №9. Визначення колірного охоплення та побудова профілю для цифрової фотокамери при різних умовах фотозйомки</i> ...	74
4.10. <i>Лабораторна робота №10. Вивчення якості оптичної системи цифрових фотокамер та різновидів аберацій на фотографіях</i> .....	81
5. Список рекомендованої літератури.....	90
Додаток А. Приклад оформлення титульного аркуша.....	92

## Передмова

Навчальний посібник є керівництвом до виконання лабораторних робіт (комп'ютерного практикуму) для дисципліни «Цифрова фотографія», яка входить до циклу дисциплін ЗВО відповідно до освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти ступеня «бакалавр», спеціальності 186 Видавництво та поліграфія. Курс відповідає сучасним потребам щодо підготовки фахівців з видавничо-поліграфічного виробництва.

Структура навчального посібника включає розділи з вивчення основних параметрів експозиції, основ фотокомпозиції та технічних аспектів цифрової фотографії. Зокрема, розділ «Параметри експозиції» — поняття експозиції фотокадру та його основні параметри, вибір та управління режимами фотозйомки (видержка, світлочутливість та величина діафрагми) для забезпечення прийнятної експозиції, розгляд основних методів компенсування експозиції в погіршених умовах фотозйомки.

Розділ «Основи фотокомпозиції» — загальні підходи до планування фотокомпозиції для основних жанрів фотографії (портретна, пейзажна та архітектурна фотографія), розгляд основних правил, рекомендацій та прийомів створення фотокомпозиції, розгляд типових схем освітлення.

Розділ «Особливості фототехнічного обладнання» — особливості сучасних об'єктивів, їх конструкція та основні характеристики, методи визначення величини дисторсії (аберації) та роздільної здатності оптичної системи цифрової фотокамери, визначення точності кольоровідтворення цифрових фотокамер в різних умовах фотозйомки.

Навчальний посібник дозволить розширити та поглибити знання щодо професійних питань до створення цифрової фотографії, творчий підхід до

планування фотокомпозиції, підвищить навички користування цифровою фототехнічною технікою. Отримані знання допоможуть орієнтуватись у сучасному стані цифрової фотографії, допоможуть ефективно вирішувати завдання щодо створення, коригування та підготовки цифрових фотографій для подальшого поліграфічного відтворення.

Посібник призначено для студентів денної та заочної форми навчання технічних спеціальностей. Його можна використати також для підготовки до занять, заліків, екзаменів студентам всіх форм навчання, які вивчають подібний матеріал.

Автори вдячні співробітникам кафедри репрографії ВПІ КПІ імені Ігоря Сікорського та всім читачам, що висловили свої побажання та зауваження. Також укладачі вдячні студентам технічних груп Видавничо-поліграфічного інституту за співпрацю в підготовці, складанні задач прикладного характеру, за творчий підхід в процесі апробування та виконання лабораторних робіт.

## **1. Мета, завдання і тематика лабораторних робіт (комп'ютерного практикуму)**

Програма курсу «Цифрова фотографія» охоплює основні поняття, термінологію, теоретичні та практичні аспекти процесу створення цифрових фотографій, основні правила та прийоми фотозйомки, вимоги до фотокомпозиції та режимів фотозйомки, здобуття практичних навичок роботи з цифровими фотокамерами та спеціалізованим програмним забезпеченням.

Мета комп'ютерного практикуму полягає в закріпленні знань, одержаних студентами під час вивчення дисципліни «Цифрова фотографія», їх застосуванні для вирішення конкретних завдань, сприянні

самостійності у аналізі та прийнятті важливих професійних рішень, які є необхідною складовою підвищення технічного рівня підготовки студента.

Зміст і структура навчального посібника відображає новітні тенденції у питаннях планування та створення цифрової фотографії, забезпечує практичне вирішення завдань вибору режимів та параметрів фотозйомки, дотримання основних законів та правил фотокомпозиції, застосування навичок роботи із цифровою фототехнікою в межах професійної діяльності та реальному житті.

Основні завдання навчального посібника (комп'ютерного практикуму) – набуття студентами вмінь до вибору раціональних режимів фотозйомки; аналізу та адаптації отриманих знань для професійного зростання; користуватися засобами фото- та комп'ютерної техніки; володіння базовими методами обробки цифрової фотографії; вибору необхідної схеми освітлення для поширених жанрів фотографії; користуватися методами та засобами підготовки цифрових фотографій.

Комп'ютерний практикум, виконання лабораторних робіт поширює світогляд студентів у творчому напрямку, дає підставу для творчої співпраці в установах, які займаються поліграфічною діяльністю.

За умови успішного вивчення кредитного модулю студенти отримують практичний досвід: корегування цифрових фотографій у прикладних програмах Adobe Photoshop (Camera Raw) та Adobe Lightroom, налаштування режимів створення цифрових фотографій на сучасних фототехнічних пристроях; застосування системи управління кольором для цифрової фотографії; застосовувати на практиці основні закони та правила фотокомпозиції, обирати конфігурацію сучасної цифрової фотокамери залежно від умов фотозйомки.

## **2. Основні вимоги до виконання лабораторних робіт (комп'ютерного практикуму)**

Комп'ютерний практикум виконується під безпосереднім керівництвом і контролем викладача у лабораторіях (комп'ютерному класі) кафедри репрографії, в методичних кабінетах факультету і, при необхідності, вдома.

При виконанні лабораторних робіт (комп'ютерного практикуму) необхідно дотримуватися наведених нижче правил. Роботи, виконані без дотримання цих правил, можуть бути повернені студенту для доопрацювання. Протокол практичної роботи оформлюється у електронному вигляді, або роздрукованих сторінок формату А4, оформлення якої здійснюється із дотриманням вимог ДСТУ 3008-2015.

Типова структура практичної роботи містить:

- титульний аркуш (оформлення у додатку);
- аркуш завдання;
- основна частина;
- додатки (за необхідністю)

## **3. Оформлення звіту та порядок захисту**

Звіт лабораторної роботи виконується на аркушах А4, в протоколі стисло відображається хід роботи, отримані результати та висновки. Зміст виконаної роботи ілюструється на електронних носіях. Оцінка за виконання комп'ютерного практикуму враховує відповідність виконаної роботи сутності завдання, повноту і ступінь обґрунтування рішень, обсяг і рівень використаних теоретичних і практичних завдань, наявність елементів творчого, продуктивного мислення, оригінальність способу вирішення та отримання результатів, уміння викладати матеріал логічно і послідовно з дотриманням вимог ДСТУ та технічного редагування видань.

## **4. Зміст та перелік лабораторних робіт (комп'ютерного практикуму)**

### **4.1. Комп'ютерний практикум № 1**

**Тема:** Визначення параметрів цифрової фотографії та оптимальних умов експозиції

#### **Теоретичні відомості:**

Цифрова фотографія, як і будь-яке цифрове зображення характеризується параметрами, що визначають його розмір (формат що визначається у кількості пікселів за висотою та шириною, наприклад, 1200×2400 пікселів), співвідношенням сторін для розміру (відношення висоти до ширини, наприклад, при співвідношенні 2:3, формат зображення може бути 1000×1500 пікселів і т.д.), деталізацію (роздільна здатність, або розмір одного пікселя та їхня кількість на 1 дюйм, наприклад, при роздільній здатності 300 dpi лінійний розмір 1 пікселя буде складати 0,0033 дюйма, або 0,0084 см), кількість відтінків тону та обсяг пам'яті для збереження цифрової фотографії (наприклад, при форматі RAW8, що має глибину кольору 8 біт/піксель, зображення розміром 100×100 пікселів буде займати 80000 біт інформації, або 10000 байт, або 9,77 Кбайт), загальна кількість пікселів (що визначається множенням пікселів за шириною та висотою, наприклад, для зображення форматом 1200×2400 пікселів, відповідно загальна кількість пікселів буде складати  $2,9 \times 10^6$  пікселів, або 2,9 Мп).

Також, при фотозйомці завжди доводиться вирішувати завдання правильної експозиції. Використання зонної теорії Адамса значно спрощує вибір експозиції для складних умов освітлення.



З цієї теорії будь-який освітлений об'єкт можна розбити на 10 зон від самого яскравого до самого темного. Перехід від однієї сходинки до іншої відповідає одній позиції експозиції (тобто зміни її в 2 рази) і тони відтворюються пропорційно, тобто якщо один з тонів відтворено вірно, то всі інші будуть розташовуватися у відповідному відносно один одного порядку. В табл. 1.1 умовно описані ці позиції:

Таблиця 1.1 — Градація тонів у вигляді позицій експозиції

<b>0</b>	Абсолютно чорний тон: дуже глибокі тіні; практично не освітлені ділянки; прорізи в темні приміщення (вікна, двері), фотографовані з яскраво освітленого простору.
<b>1</b>	Найтемніші тони, близькі до чорного: глибока тінь — без деталей, але не зовсім чорна; допустимі спотворення кольору на кольоровій фотографії
<b>2</b>	Поява перших ознак деталей в тінях: чорне хутро, деталі чорного одягу, дерев і т.д.; Допустимо спотворення кольору на кольоровій фотографії
<b>3</b>	Не зовсім чорний: помірно темні тони на одязі, волоссі, корі дерев; темний хвойний ліс; темне листя
<b>4</b>	Середня по щільності тінь при сонячному освітленні в ясний день: нормальна листя; сильно засмагла шкіра, зелена мокра трава
<b>5</b>	Стандартний сірий тон (відбивна здатність 18%): тінь у сонячний день при легкому серпанку; нормальний загар або злегка потемніла шкіра; зелена трава в суху погоду
<b>6</b>	Світла незагорілий шкіра; чисте синє небо; будови з білої цегли; газетний аркуш з текстом.
<b>7</b>	Світло-сірі, сріблясті, блідо-жовті, зелені, кремові тони: останні ознаки кольору на кольоровій плівці; машинописна сторінка на білому папері
<b>8</b>	Білий тон з мінімумом деталей: вишивка на білому одязі, вінчальна сукня і т.д.
<b>9</b>	Абсолютно білий тон без деталей: сильні джерела світла; залитий сонцем білий фон; відблиски сонця від води і дзеркальних поверхонь

При виборі експозиції головне визначити найбільш важливий для відтворення тон, решта тони по обидві сторони від основного так само будуть правильно відтворені в межах діапазону переданих яскравостей. Більшість експонетрів калібруються з розрахунку відбиття поверхнею 18% світла, що відповідає п'ятій зоні.

Оскільки експонетр не здатний визначити відбивну здатність поверхні, то результат при такому вимірі повинен виходити середньо сірим, як при фотозйомці білих так і чорних поверхонь. При недоекспонуванні зображення стає більш темним, а при переекспонуванні більш світлим. Якщо знімати за показниками експонетра, то в більшості відбувається приведення фотозйомки до п'ятої зони.

Наприклад при фотозйомці в лісі потрібне добре відтворення деталей кори майже чорного дерева — це відповідає 2 зоні. При установці експозиції по цих ділянках відтворюються деталі з нульовою по четверту зону, тобто всі зони вище четвертої будуть виглядати білими. Тому бажано змінити експозицію на два ступені від виміряної, до четвертої зони, тоді правильно будуть експоновані всі деталі з другої по шосту зону, тобто навіть відносно світлі деталі будуть мати градацію тонів. Наприклад, фотозйомка дерева на сніжному фоні. Результати експозамір наведені у табл. 1.2.

Таблиця 1.2. Параметри експозиції при зйомці дерева на сніжному фоні

Дерево	f4
Сніг	f16
Різниця в експозиції	4 ступені
Середнє значення	f8
Експокорекція	+2 по відношенню до дерева

Також слід враховувати, що не можна виміряти точно окремі темні ділянки на корі, а можливо отримати тільки середнє значення відбитого

світла, тому, щоб гарантовано отримати оптимальне відтворення тіней, потрібно додати ще два ступені градації до тіней (табл. 1.3.)

Таблиця 1.3. Параметри експозиції при зйомці дерева на сніжному фоні після розширення градацій у тінях

Тіні	f2
Дерево	f4
Сніг	f16
Середнє значення	f5.6
Різниця в експозиції	6 ступенів
Експокорекція	+1 по відношенню до дерева

У випадку, якщо діапазон яскравостей не перекриває 6 сходинок доведеться жертвувати або деталями в тінях, або деталями у світлих ділянках. Для спрощення розрахунків треба добре пам'ятати шкалу зміни діафрагм табл. 1.4. Так при заміру експозиції в тінях можна прийняти її за точку відліку. У даному випадку це п'ять позицій і для того, щоб добре відтворити світлі ділянки і тіні можна обрати значення діафрагми або f11 або f16, тобто зробити експокорекцію +2 або +3 щодо заміру по тіням.

Таблиця 1.4. Стандартна шкала зміни діафрагм

f1.4	f2	f2.8	f4	f5.6	f8	f11	f16	f22	f32	f45
			0 Тіні	1	2	3	4	5 Світлі ділянки		

### Мета роботи:

Ознайомитися і навчитися розраховувати основні показники цифрової фотографії, що характеризують максимальний обсяг цифрових фотографій для підготовки поліграфічної продукції, а також максимальний обсяг даних на змінних носіях; показників, які характеризують параметри

матриці чутливих елементів; показники оптичної системи при різних умовах фотозйомки тощо.

### **Хід роботи:**

1. Згідно обраних варіантів за табл. 1.5 здійснити розрахунок параметрів цифрової фотографії. Причому варіанти завдань обираються згідно різної тематики.

2. Алгоритм розрахунку параметрів цифрової фотографії оформлюють у вигляді протоколу. Оцінювання протоколу здійснюється за виконаними розрахунками та додатковими теоретичними питаннями.

Таблиця 1.5. — Варіанти завдань

№	Умови задач
1	2
1. Розрахунок формату	
1.1.	Вкажіть із яким форматом у пікселях (співвідношення кадру 2:3) необхідно здійснювати фотозйомку для створення панорамної фотографії, якщо при відтворенні у фотолабораторії необхідно надрукувати плакат форматом 24×32 см із роздільною здатністю 1200 dpi.
1.2.	Вкажіть із яким форматом у пікселях (співвідношення кадру 4:5) необхідно здійснювати фотозйомку для створення фотографії натюрморту, якщо при відтворенні у фотолабораторії необхідно надрукувати фотографію форматом 8×10 см із роздільною здатністю 300 dpi.
1.3.	Вкажіть із яким форматом у пікселях (співвідношення кадру 3:4) необхідно здійснювати фотозйомку для створення фотографії інтер'єру, якщо для відтворенні у фотолабораторії необхідно надрукувати фотографію форматом 15×20 см із роздільною здатністю 800 dpi.

Продовження табл.5.1.

1	2
1.4.	Вкажіть із яким форматом у пікселях (співвідношення кадру 4:5) необхідно здійснювати фотозйомку для створення фотографії архітектурної споруди, якщо при відтворенні у фотолабораторії необхідно надрукувати плакат форматом 20×30 см із роздільною здатністю 300 dpi.
2. Розрахунок формату за співвідношенням фотокадру	
2.1.	Розрахувати максимально можливий формат (наближене значення) у пікселях (співвідношення кадру 4:5) цифрового фотознімку для ЦФК із ПЗЗ-матрицею у 5 Мп.
2.2.	Розрахувати максимально можливий формат (наближене значення) у пікселях (співвідношення кадру 3:4) цифрового фотознімку для ЦФК із ПЗЗ-матрицею у 12 Мп.
2.3.	Розрахувати максимально можливий формат (наближене значення) у пікселях (співвідношення кадру 2:3) цифрового фотознімку для ЦФК із ПЗЗ-матрицею у 6 Мп.
2.4.	Розрахувати максимально можливий формат (наближене значення) у пікселях (співвідношення кадру 3:4) цифрового фотознімку для ЦФК із ПЗЗ-матрицею у 3 Мп.
3. Розрахунок обсягу інформації	
3.1.	Планується до видання каталог продукції для «автосалону» форматом 60х90/8, обсягом 5 ф.д.а. Необхідно розрахувати обсяг (у МБ) цифрових фотографій для графічного формату RAW8 (глибина кольору 8 біт/піксель), якщо відомо розмір цифрового фотознімку — 1200×1600, а також їхня кількість повинна відповідати загальній кількості сторінок каталогу з урахуванням, що для кожного об'єкту фотографування буде здійснено 5 фотознімків.

Продовження табл.5.1.

1	2
3.2.	Розрахувати обсяг мінімально необхідного пристрою накопичення інформації (стандартні значення 4, 8, 16 або 32 ГБ) для ЦФК (у ГБ) при використанні графічного формату RAW8 (глибина кольору 8 біт/піксель), якщо відомо розмір цифрового фотознімку — 1200×1600 пікселів та кількість фотографій — 650 шт.
3.3.	Розрахувати обсяг мінімально необхідного пристрою накопичення інформації (стандартні значення 4, 8, 16 або 32 ГБ) для ЦФК (у ГБ) при використанні графічного формату RAW12 (глибина кольору 12 біт/піксель), якщо відомо розмір цифрового фотознімку — 2400×3200 пікселів та кількість фотографій — 850 шт.
3.4.	Розрахувати обсяг мінімально необхідного пристрою накопичення інформації (стандартні значення 4, 8, 16 або 32 ГБ) для ЦФК (у ГБ) при використанні графічного формату RAW8 (глибина кольору 8 біт/піксель), якщо відомо розмір цифрового фотознімку — 2400×3200 пікселів та кількість фотографій — 1050 шт.
3.5.	Планується до видання каталог продукції для «автосалону» форматом 54х70/8, обсягом 18 ф.д.а. Необхідно розрахувати обсяг (у МБ) цифрових фотографій для графічного формату RAW8 (глибина кольору 8 біт/піксель), якщо відомо розмір цифрового фотознімку — 1200×1600, а також їхня кількість повинна відповідати загальній кількості сторінок каталогу з урахуванням, що для кожного об'єкту фотографування буде здійснено 8 фотознімків.

1	2
4. Розрахунок фокусної відстані	
4.1.	Визначити (оцінити) фокусну відстань, що забезпечує оптимальну контрастність об'єкту фотозйомки, якщо експозиметр визначає для фокусної відстані 35 мм, при видержці 1/60 — діафрагму в діапазоні $f/5,5 \dots f/14$ ; а для фокусної відстані 55 мм, при видержці 1/40 — діафрагму в діапазоні $f/7,1 \dots f/18$ . Розрахунок необхідно проводити для наступного ряду діафрагм: $f/3,5$ ; $f/4,0$ ; $f/4,5$ ; $f/5,0$ ; $f/5,6$ ; $f/6,3$ ; $f/7,1$ ; $f/8,0$ ; $f/9,0$ ; $f/10$ ; $f/11$ ; $f/13$ ; $f/14$ ; $f/16$ ; $f/18$ ; $f/20$ ; $f/22$ .
4.2.	Визначити (оцінити) фокусну відстань, що забезпечує оптимальну контрастність об'єкту фотозйомки, якщо експозиметр визначає для фокусної відстані 18 мм, при видержці 1/125 — діафрагму в діапазоні $f/3,5 \dots f/6,3$ ; а для фокусної відстані 55 мм, при видержці 1/125 — діафрагму в діапазоні $f/5,6 \dots f/11$ . Розрахунок необхідно проводити для наступного ряду діафрагм: $f/3,5$ ; $f/4,0$ ; $f/4,5$ ; $f/5,0$ ; $f/5,6$ ; $f/6,3$ ; $f/7,1$ ; $f/8,0$ ; $f/9,0$ ; $f/10$ ; $f/11$ ; $f/13$ ; $f/14$ ; $f/16$ ; $f/18$ ; $f/20$ ; $f/22$ .
4.3.	Визначити (оцінити) значення видержки, що забезпечує оптимальну контрастність об'єкту фотозйомки, якщо експозиметр визначає для фокусної відстані 35 мм, при видержці 1/100 — діафрагму в діапазоні $f/5 \dots f/11$ ; а для фокусної відстані 35 мм, при видержці 1/200 — діафрагму в діапазоні $f/4 \dots f/8$ . Розрахунок необхідно проводити для наступного ряду діафрагм: $f/3,5$ ; $f/4,0$ ; $f/4,5$ ; $f/5,0$ ; $f/5,6$ ; $f/6,3$ ; $f/7,1$ ; $f/8,0$ ; $f/9,0$ ; $f/10$ ; $f/11$ ; $f/13$ ; $f/14$ ; $f/16$ ; $f/18$ ; $f/20$ ; $f/22$ .

**Звітність:**

Скласти звіт, в якому описати порядок і методику виконання роботи, навести та пояснити результати розрахунків.

### Контрольні запитання:

1. Вкажіть особливості застосування зонної теорії Адамса.
2. Наведіть основні пропорції цифрової фотографії.
3. Назвіть умови оптимальної експозиції.
4. Охарактеризувати головні характеристики цифрової фотографії (формат, роздільна здатність, пропорції, глибина кольору).

## 4.2. Комп'ютерний практикум № 2

**Тема:** Визначення параметрів експозиції для систем штучного освітлення

### Теоретичні відомості:

*Характеристики об'єктива. Фокусна відстань  $f^*$ .* Ця характеристика визначає розміри зображення при заданій відстані  $s$  від об'єктиву до об'єкту. Тому, чим більше фокусна відстань, тим при вказаній умові ( $s = \text{const}$ ) більше розмір зображення. Фокусна відстань об'єктиву позначається на об'єктиві.

Відносний отвір  $d_{\text{відн.}}$ , діафрагмове число  $n$ , світлосила  $J$ . Всі ці величини характеризують освітленість в оптичному зображенні (об'єкт фотозйомки).

Відносний отвір дорівнює відношенню діаметра вхідного отвору  $d$  до фокусної відстані  $f$  об'єктива. Зазвичай чисельник і знаменник співвідношення  $(d/f)$  ділять на  $d$ . Тоді *відносний отвір* виражається дробом:

$$d_{\text{відн.}} = \frac{1}{f' \div d}, \quad (2.1)$$



На оправі об'єктива вказується максимальний відносний отвір. При необхідності його зменшують, скорочуючи вхідний отвір за допомогою діафрагми. Кожне ділення шкали діафрагми позначено цифрою — діафрагмовим числом  $n$  (або індексом діафрагми):

$$n = \frac{1}{d_{\text{відн.}}} = \frac{f'}{d_n}, \quad (2.2)$$

де індекс  $n$  вказує, що величини  $d_{\text{відн.}}$  і  $d$  не максимальні, а відносяться до даної діафрагми. Так згідно ГОСТ 2600-44 прийнятий наступний ряд діафрагмових чисел: 0,7; 1; 1,4; 1; 2,3; 4; 5,6; 8; 11; 16; 22; 32; 45; 64. Ряд цей становить геометричну прогресію зі знаменником, рівним  $\sqrt{2}$ . На шкалі діафрагм будь-якого об'єктиву є тільки частина цього ряду у відповідності з конструктивними особливостями даного об'єктиву, його призначення та умовами застосування.

Освітленість, що забезпечується об'єктивом, з точністю, достатньою для більшості випадків зйомки, пропорційна квадрату відносного отвору, що має назву *геометрична світлосила*  $J$ :

$$J = d_{\text{відн.}}^2 = \frac{1}{n^2} = \frac{d^2}{f^2}. \quad (2.3)$$

Ведуче число фотоспалаху ще одна важлива характеристика фотозйомки, що відповідає максимальній відстані у метрах від фотоспалаху до об'єкта фотозйомки, при якому забезпечується отримання нормально експонованого зображення середнього (18% сірого) об'єкта при чутливості 100 одиниць ISO і діафрагмі  $f/1$ . Характеризує максимальну енергію світлового імпульсу даного фотоспалаху.

Для цифрової фотозйомки з використанням вбудованого фотоспалаху ЦФК з відомими значеннями ведучого числа  $N_g$ , об'єктива з діафрагмовим числом  $n$  і світлочутливістю  $S$ , потрібно розрахувати

відстань  $L$ , на якому середньостатистичний об'єкт фотозйомки буде нормально експонований (рис. 2.1):

$$L = \frac{Ng}{n} \sqrt{\frac{S}{S_0}}. \quad (2.4)$$

$$n = \frac{Ng}{L}. \quad (2.5)$$

тут  $S_0$  — чутливість, для якої зазначено ведуче число фотоспалаху, зазвичай 100 одиниць ISO, однак зустрічаються значення ведучого числа розраховані, наприклад, для 200 ISO. Тобто, при використанні чутливості 200 ISO при фотоспалаху з ведучим числом 40 і діафрагмі  $f/1$  максимальна відстань складе приблизно 57 м, а при 400 ISO — 80 м. Аналогічна ситуація з діафрагмою — при фотоспалаху з провідним числом 40 і світлочутливістю 100 ISO діафрагма  $f/1$  забезпечить фотозйомку на відстані 40 м тощо.

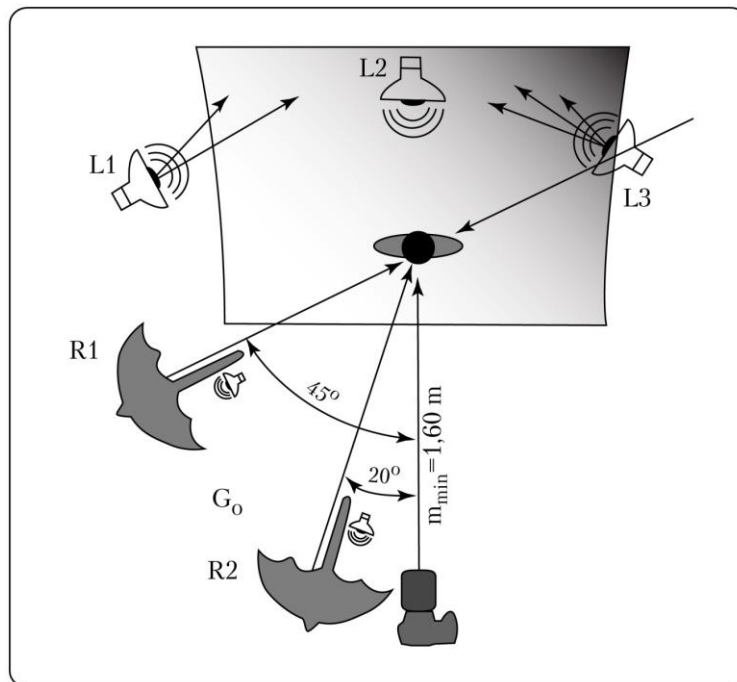


Рис. 2.1. Приклад схема штучного освітлення



Коефіцієнт  $(1/\rho)$  враховує поглинання світла відбиваючою поверхнею рефлекторів/відбивачів, зазвичай обирається у межах 1,5...2, що означає послаблення світлового потоку через розсіювання в світлопрохідних студійних парасольках у межах 1,5... 2 рази (табл 2.1):

$$n = \frac{\left( \frac{Ng \cdot \cos \varphi}{L} \right)}{\rho}. \quad (2.6)$$







Формула (2.7) дозволяє розрахувати сумарне значення ведучого числа для всіх джерел освітлення, які розміщуються під різними кутами до об'єкту фотозйомки:

$$\sum_{i=k}^N Ng_i = \sqrt{(Ng_k \cdot \cos \varphi)^2 + (Ng_{k+1} \cdot \cos \varphi)^2 + \dots + (Ng_N \cdot \cos \varphi)^2}. \quad (2.7)$$

Таблиця 2.1 — Значення коефіцієнтів відбивання  
для студійного освітлювального оснащення

№	Студійне освітлювальне оснащення	Різновид освітлення	Коефіцієнт $\rho$	Опис світлового ефекту	Зовнішній вигляд пристрою
1	2	3	4	5	6
1.	Парасолька біла	світло-відбиваючі	0,97	розсіювання світла без зміни колірної температури	
2.	Софтбокс	світло-відбиваючі /світло-прохідні	0,97	рівномірне та м'яке розсіювання світла	

Закінчення табл. 2.1.

1	2	3	4	5	6
3.	Парасолька із металізованої срібної тканини	світло-відбиваючі	0,95	підвищення колірної температури імпульсної лампи	
4.	Парасолька-софтбокс	світло-відбиваючі /світло-прохідні	0,9	розсіювання світла та додаткове паразитне освітлення	
5.	Парасолька із металізованої золотистої тканини	світло-відбиваючі	0,85	зниження колірної температури імпульсної лампи	
6.	Софт-парасолька	світло-прохідні	0,8	розсіювання світла	
7.	Парасолька із металізованої срібної тканини та глянцевою поверхнею	світло-відбиваючі	0,7	незначне підвищення контрасту, зниження колірної температури	
8.	Парасолька звичайна біла (білий шовк)	світло-прохідні	0,5	розсіювання світла	

### Мета роботи:

Ознайомитися і навчитися розраховувати основні показники цифрової фотографії, що характеризують умови освітленості та схеми систем штучного освітлення при здійсненні різних за жанрами видів фотозйомки.

### Хід роботи:

1. Згідно обраних варіантів за табл. 2.2 здійснюють розрахунок параметрів фотозйомки. Причому варіанти завдань обираються таким чином, щоб було обрано три задачі із різної тематики.

2. Алгоритм розрахунку параметрів фотозйомки оформлюють у вигляді протоколу. Оцінювання протоколу здійснюється за виконаними розрахунками та додатковими теоретичними питаннями.

Таблиця 2.2. — Варіанти завдань

№	Умови задач
1	2
1. Розрахунок значення діафрагми ЦФК за схемою фотозйомки	
1.1.	Для забезпечення оптимальної схеми фотозйомки портрету необхідно провести розрахунок значення діафрагми ЦФК за показником ведучого числа, якщо відомо оснащення фотостудії: 1 фотоспалах типу «Табл. 2 1 — п.8» (ведуче число 40; під кутом — $45^{\circ}$ ), 1 джерело постійного освітлення (софтбокс), 1 білий картонний фон. Причому відстань до об'єкту фотографування — 2 м.
1.2.	Для забезпечення оптимальної схеми фотозйомки натюрморту необхідно провести розрахунок значення діафрагми ЦФК за показником ведучого числа, якщо відомо оснащення фотостудії: вбудований фотоспалах (ведуче число 15), 2 студійних фотоспалахи типу «Табл. 2 1 — п.1» (ведуче число 42; під кутом — $45^{\circ}$ , кожна), фон типу «кублайт». Причому відстань до об'єкту фотографування — 1,5 м.

Продовження табл. 2.1.

1	2
1.3.	Для забезпечення оптимальної схеми репортажної фотозйомки необхідно провести розрахунок значення діафрагми ЦФК за показником ведучого числа, якщо відомо оснащення фотостудії: 2 студійних фотоспалахи типу «Табл. 2 1 — п.7» (ведуче число 33 і 38; під кутом — $45^0$ , кожна), картонний білий фон. Причому відстань до об'єкту фотографування — 3 м.
1.4.	Для забезпечення оптимальної схеми портретної фотозйомки необхідно провести розрахунок значення діафрагми ЦФК за показником ведучого числа, якщо відомо оснащення фотостудії: 2 фотоспалаха типу «Табл. 2 1 — п.2» (ведуче число 25, під кутом — $90^0$ , кожна), 1 фотоспалах типу «Табл. 2 1 — п.5» (ведуче число 30, під кутом — $60^0$ ), 1 білий картонний фон. Причому відстань до об'єкту фотографування — 2,5 м.
1.5.	Для забезпечення оптимальної схеми портретної фотозйомки необхідно провести розрахунок значення діафрагми ЦФК за показником ведучого числа, якщо відомо оснащення фотостудії: 1 фотоспалах типу «Табл. 2.1 — п.6» (ведуче число 42, під кутом — $30^0$ ), зовнішній фотоспалах (ведуче число 30), фон білий картонний, 2 джерела імпульсного освітлення фону типу «Табл. 2.1 — п.4». Причому відстань до об'єкту фотографування — 3 м.
2. Розрахунок показника гіперфокальної відстані	
2.1.	Розрахувати показник гіперфокальної відстані, якщо для ЦФК обрано об'єктиві із фокусною відстанню 70 мм, а діафрагма встановлена на позначці $f/8$ .

Продовження табл. 2.1.

1	2
2.2.	Розрахувати показник гіперфокальної відстані, якщо для об'єктиву ЦФК встановлено фокусну відстань на рівні 35 мм, а діафрагма встановлена на позначці $f/4$ .
2.3.	Розрахувати показник гіперфокальної відстані, якщо для ЦФК обрано об'єктив із фокусною відстанню 105 мм, а діафрагма встановлена на позначці $f/5,6$ .
2.4.	Розрахувати показник гіперфокальної відстані, якщо для ЦФК обрано об'єктив із фокусною відстанню 105 мм, а діафрагма встановлена на позначці $f/5,6$ .
2.5.	Розрахувати показник гіперфокальної відстані, якщо для ЦФК обрано об'єктив із фокусною відстанню 55 мм, а діафрагма встановлена на позначці $f/11$ .
2.6.	Розрахувати показник гіперфокальної відстані, якщо для ЦФК обрано об'єктив із фокусною відстанню 75 мм, а діафрагма встановлена на позначці $f/16$ .
3. Розрахунок показника світлосили об'єктива	
3.1.	Розрахувати відмінність двох об'єктивів за світлосилою ( $K_1$ та $K_2$ ), якщо відомо їхні максимальні значення діафрагми — для першого $f/4$ та другого $f/8$ відповідно.
3.2.	Розрахувати відмінність двох об'єктивів (з точністю 0,1) за світлосилою ( $K_1$ та $K_2$ ), якщо відомо їхні максимальні значення діафрагми — для першого $f/4,5$ та другого $f/7,1$ відповідно.
3.3.	Розрахувати відмінність двох об'єктивів (з точністю до цілого числа) за світлосилою ( $K_1$ та $K_2$ ), якщо відомо їхні максимальні значення діафрагми — для першого $f/3,5$ та другого $f/5$ відповідно.

1	2
3.4.	Розрахувати відмінність двох об'єктів за світлосилою ( $K_1$ та $K_2$ ), якщо відомо їхні максимальні значення діафрагми — для першого $f/5,6$ та другого $f/11$ відповідно.
3.5.	Розрахувати відмінність двох об'єктів за світлосилою ( $K_1$ та $K_2$ ), якщо відомо їхні максимальні значення діафрагми — для першого $f/8$ та другого $f/22$ відповідно.

**Звітність:**

Скласти звіт, в якому описати порядок і методику виконання роботи, навести та пояснити результати розрахунків.

**Контрольні запитання:**

1. Охарактеризувати основні характеристики об'єктиву ЦФК.
2. Охарактеризувати основні різновиди фотостудійного світлового оснащення.
3. За якими характеристиками можна порівняти різні об'єктиви.
4. Охарактеризувати показник світлосили фотооб'єктиву.
5. Пояснити поняття «гіперфокальна відстань».
6. Пояснити призначення діафрагми в конструкції ЦФК
7. Вказати призначення та особливості застосування фото парасольок із різними світловими ефектами.
8. Навести особливості побудови схеми штучного освітлення при студійній фотозйомці.



### 4.3. Комп'ютерний практикум № 3

**Тема:** Визначення чутливості матриці ЦФК до появи дефектних пікселів в умовах зміни параметрів фотозйомки

#### **Теоретичні відомості:**

Конструкція більшості сучасних цифрових фотокамер (ЦФК) складається з типового чутливого елементу у вигляді матриці на основі приладів із зарядовим зв'язком (ПЗЗ), які виготовляються у вигляді монолітної конструкції із  $4000 \times 4000$  елементів (і більше) з широким діапазоном світлочутливих властивостей (рис. 3.1, в). Реєстрація зображення за допомогою елементарного сенсора (фотодіода), який виготовлений із напівпровідникового матеріалу (кремнію) та міститься у матриці світлочутливих елементів, здійснюється за рахунок пропорційного створення напруги вихідного сигналу щодо вхідної освітленості при фотозйомці об'єкту.

Відповідна реакція кожного елемента пропорційна інтегралу світлової енергії, що потрапляє на поверхню чутливого елемента за час експозиції. Для зменшення кількості шуму на цифровій фотографії (ЦФ) в процесі фотозйомки світлочутливим елементам матриці надають можливість сприймати світловий сигнал протягом хвилини або навіть години (показник «видержки»), наприклад, фотографічна техніка, що застосовується в астрономії. Установлені перед чутливим елементом фільтри забезпечують вибірковість роботи елементарного сенсору. Наприклад, якщо встановити перед сенсором зелений скляний фільтр, то вихідний сигнал буде вище для зеленої ділянки видимого спектру ніж для всіх інших.

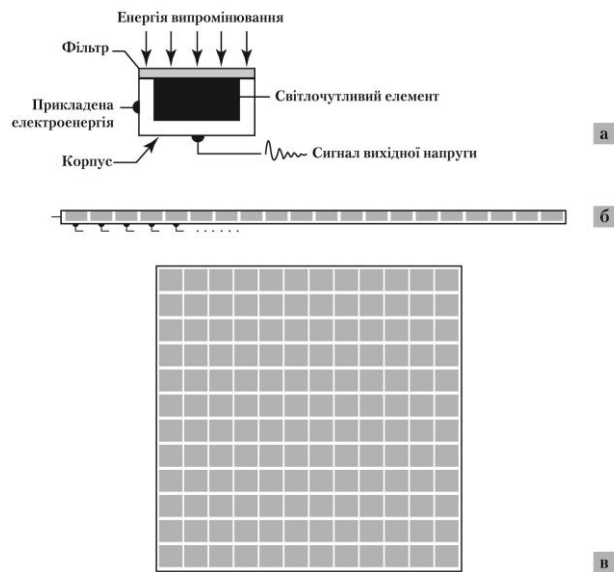


Рис. 3.1. Різновиди фото чутливих елементів:

а— елементарний чутливий сенсор; б — лінійний чутливий елемент;  
в — матриця чутливих елементів

Важливими параметрами ПЗЗ-матриць та ЦФК є експозиція та світлочутливість. Експозиція — відношення освітленості світлочутливих елементів матриці (фотоплівки) на час, протягом якого світло впливає на ПЗЗ-матрицю. Виражається в лк/с (люксах на секунди). Світлочутливість — це сенситометрична характеристика світлочутливої матриці або фотоплівки. Чим більше світлочутливість (ISO 50/100/200/400/800/1600/3200/6400/12800) матриці (фотоплівки), тим менша потрібно експозиція.

Чисельне значення тимчасової видержки світлової дії і чисельне значення відкритої діафрагми об'єктива фотоапарата визначають експозицію або величину фотоефекту, що відбувається під дією світла в фотошарі. Експопара (значення видержки і діафрагми) — технічний синонім терміна експозиція, що часто вживається практикуючими фотографами.

Фоточутлива плівка для аналогів фотоапаратів має зернисту структуру. Тому чим вище світлочутливість фоточутливої плівки, тим більший розмір «зерен», і тим помітніше зернистість на отриманому зображенні.

Світлочутливість сучасних ЦФК коливається у межах 50...12800 ISO. У ЦФК застосовуються ПЗЗ-матриці, які також мають регулярну структуру з чутливих до світла сенсорів. Однак виробники ПЗЗ-матриць на даному етапі розвитку неспроможні забезпечити відсутність або хоча б подібність світлових сигналів для всіх сенсорів ПЗЗ-матриці. Це пов'язано із незапланованим витоком електронів з потенційної ями, і в результаті при зчитуванні ПЗЗ-матриці утворюються світлі пікселі навіть у тих частинах цифрової фотографії, куди не потрапив жодний фотон світла. Даний ефект проявляється тільки при дуже тривалих видержках.

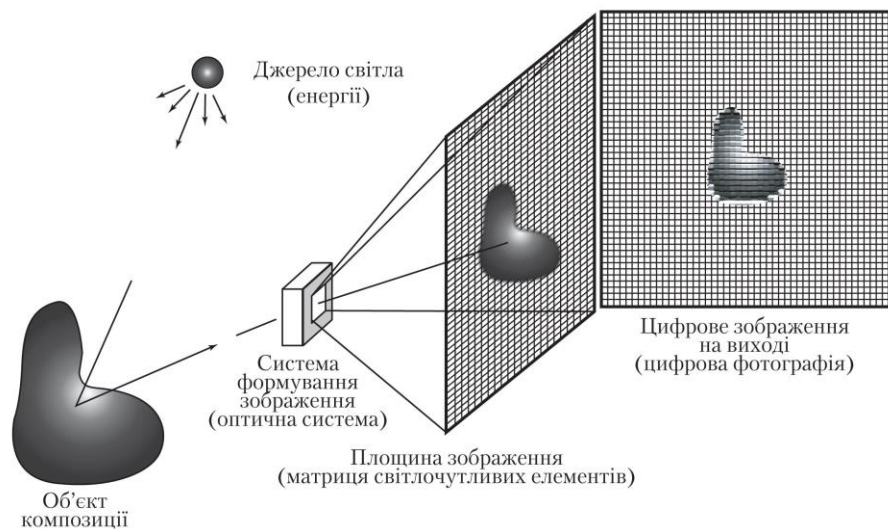


Рис. 3.2. Процес реєстрації цифрового зображення

Будь-яким матрицям світлочутливих елементів ЦФК при виготовленні притаманна певна кількість дефектних елементарних сенсорів (фотодіодів), що може проявлятися у появі на LCD-видошукачі і згодом на

цифровій фотографії, так званих дефектних «збійних» або «мерехтливих» пікселів (від англ. «stuck pixel»). Згідно міжнародного стандарту ISO 13406-2 регламентуються дефекти пікселів (pixel faults) LCD-дисплеїв, що поділяться на три типи. До першого типу відносяться пікселі, що постійно знаходяться в активному стані при подачі мінімального сигналу і яскравістю ( $L$ ):

$$L \geq 0,75L_{\max} + 0,25L_{\min}, \quad (3.1)$$

До другого типу відносяться пікселі, що знаходяться у вимкненому стані при подачі максимального сигналу і яскравістю ( $L$ ):

$$L \leq 0,75L_{\max} + 0,25L_{\min}, \quad (3.2)$$

До третього — відносяться пікселі, що перебувають в аномальному стані, сюди відносяться дефекти у субпікселях (від англ. «subpixel») — внутрішні елементи пікселя, що розширюють його функції, найбільш поширеним є субпікселі у системі RGB.

До четвертого типу відносяться кластери дефектів — сукупність двох і більше дефектних пікселів в блоці 5x5 пікселів (див. табл. 3.1 та 3.2).

Таблиця 3.1. — Максимальна кількість дефектів на мільйон пікселів

Клас	Тип 1	Тип 2	Тип 3	Кластер типу 1 або типу 2	Кластер типу 3
I	0	0	0	0	0
II	2	2	5	0	2
III	5	15	50	0	5
IV	50	150	500	5	50

Всі виробники LCD-дисплеїв притримуються стандарту ISO 13406-2, що може бути застосований також для оцінки якості світлочутливих матриць ЦФК. Існують рекомендації щодо допустимої кількості дефектних пікселів для LCD-дисплеїв залежно від максимальної роздільної здатності (див. табл. 3.2).

Для забезпечення належної якості виробники ЦФК на основі ПЗЗ-матриць при виробництві та налаштування кожної ЦФК створюють «карту» дефектних пікселів, (аналогічну карті збійних секторів жорсткого диску), причому мікропроцесор ЦФК при реєстрації зображення не враховує ці пікселі за рахунок формування в цих ділянках цифрового зображення пікселі, що інтерпольовані із сусідніх.

Також зменшення числа дефектних пікселів досягається за допомогою технологій зменшення шумів при тривалих видержках та теплоізоляції ПЗЗ-матриць від надмірно розігрітих елементів ЦФК, оскільки кількість дефектних пікселів в середньому зростає у двічі при збільшенні температури елементів ЦФК на кожні 5...10 °С.

Таблиця 3.2. — Максимально допустима  
кількість дефектів для LCD-дисплеїв

Стандартна роздільна здатність, ріх	К-ть пікселів	К-ть млн. пікселів	Допустима к-ть дефектних пікселів		
			Тип 1 та 2	Тип 3	Тип 4
1024×768	786 432	0,8	2	4	2
1024×768	1310 720	1,3	3	7	3
1600×1200	1 920 200	1,9	4	10	4
2048×1536	3 145 728	3,1	6	16	6

### **Мета роботи:**

Ознайомитись із методиками визначення чутливості ПЗЗ-матриць ЦФК до появи дефектних пік селів при реєстрації інформації на цифровій фотографії при різних значеннях світлочутливості.

### **Хід роботи:**

1. За завданням викладача обрати три різні марки ЦФК для дослідження ПЗЗ-матриці. Функціональні можливості обраних ЦФК повинні включати можливість управління світлочутливістю (мінімум у межах 100...600 ISO) та часом спрацювання затвору (видержка у межах  $\frac{1}{4}$ ...15 сек.).

2. Для проведення дослідження, враховуючі можливості обраних ЦФК, потрібно обрати 4-ри фіксовані значення світлочутливості за ISO. Для кожного режиму світлочутливості ЦФК із серії (наприклад 100, 200, 300, 400, 600, 800 ISO) здійснити фотозйомку із поступовим збільшенням параметру видержка (наприклад,  $\frac{1}{4}$ ;  $\frac{1}{2}$ ; 1; 2; 4; 8; 10; 12 сек.). Процес фотозйомки необхідно проводити із прикритим об'єктивом (наприклад суцільним чорним аркушем або кришкою об'єктиву).

3. В результаті проведення серії фотозйомки потрібно отримати цифрові фотографії із темним фоном на якому містяться різні дефектні пікселі. Застосовуючи утиліту «PixelZap» від компанії Tawbaware Software необхідно підрахувати кількість дефектних пікселів різних типів. Отримані значення щодо кількості дефектних пік селів потрібно занести у табл. 3.3.

4. На основі даних табл. 1.1. необхідно побудувати залежність  $N=f(t)$  для різних режимів світлочутливості по ISO, що відображає вплив часу спрацювання затвору (видержка) на кількість дефектних пікселів на цифровій фотографії.

Таблиця 3.3.

## Визначена кількість дефектних пік селів для ЦФК

№	Марка ЦФК	Формат фотознімку, ріх	Світлочутливість															
			ISO_____				ISO_____				ISO_____				ISO_____			
			Час спрацювання затвору, сек															
			Кількість дефектних пікселів, %															
1.																		
2.																		
3.																		

**Звітність:**

Скласти письмовий звіт, в якому:

1. Описати порядок і методику виконання роботи.
2. На основі аналізу побудованих залежностей  $N=f(t)$  при різних значеннях світлочутливості ISO потрібно скласти загальні висновки щодо якості ПЗЗ-матриць для досліджуваних ЦФК.

**Контрольні запитання:**

1. Пояснити поняття елементарний світлочутливий сенсор та матриця світлочутливих сенсорів.
2. Вказати існуючі методики зменшення кількості шумів та дефектних фотодіодів (пікселів) при реєстрації інформації на ПЗЗ-матрицях.
3. Наведіть основні основні різновиди (типи) дефектних пікселів для LCD-дисплеїв.
4. Поясніть можливі причини виникнення на LCD-дисплеях дефектних пікселів.
5. Поясніть терміни світлочутливість та експозиція.

#### 4.4. Комп'ютерний практикум № 4

**Тема:** Визначення раціональних режимів фотозйомки (видержка, світлочутливість, величина діафрагми)

##### **Теоретичні відомості:**

*Діафрагма об'єктива* — це відносний отвір, що характеризується регульованим діаметром, через яке на матрицю цифрового фотоапарата (ЦФК) проектується оптичне зображення. Чим менше діафрагма об'єктива, тим більше відносний отвір, і тим більше світла потрапляє на світлочутливий елемент матриці ЦФК.

Наприклад, якщо при фотозйомці на ЦФК застосовується діафрагма  $f/5,6$ , то вона забезпечує менше світла, ніж при діафрагмі  $f/2,8$ . Об'єktiv, що характеризується мінімальним діафрагмовим числом на рівні  $f/1,8$  можна назвати «світлосильним». Оскільки, чим вище світлосила об'єктива, тим краще він пристосований для фотозйомки недостатньо освітлених сцен.

У ЦФК із варіооб'єктивом (не фіксованою фокусною відстанню), наприклад, 18-55 мм, найчастіше отримують дві пари діафрагмових чисел, наприклад,  $f/3,5-5,6$ , що називається змінною діафрагмою. Перше значення діафрагми означає максимальну діафрагму при зйомці з максимально широким кутом, мінімальній фокусній відстані — 18 мм, а друге значення означає максимальну діафрагму, при фотозйомці на максимальній фокусній відстані — 55 мм. При масштабуванні, зміні фокусної відстані, діафрагма теж змінюється.



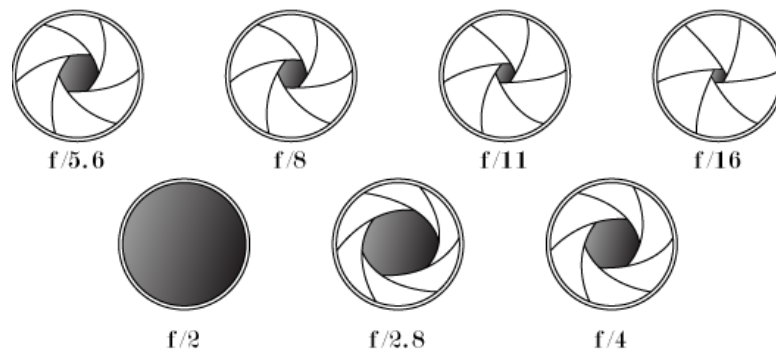


Рис. 4.1. Приклад зміни відносного отвору діафрагми (чим менше діафрагмове число тим більше відносний отвір діафрагми і тим більше світла потрапляє на матрицю чутливих сенсорів ЦФК)

В ЦФК з великим розміром матриці чутливих сенсорів (МЧС), значення діафрагми, також, впливає на глибину різкості. Так на великій діафрагмі можна отримати невелику глибину різкості, зробивши таким чином гарний розмитий фон, або так зване «Боке». Однак, з невеликим за розміром МЧС (із великим кроп-фактором) такий ефект отримати дуже складно.

*Видержка (витримка)* — час, протягом якого затвор ЦФК відкритий і світло потрапляє на МЧС (світлочутливий елемент). Наприклад, 1/60 секунди — це більш тривала видержка, ніж при 1/2000 секунди (коротка видержка). Чим довша видержка, тим більше світла потрапить на сенсор МЧС.

Діафрагма і видержка знаходяться в тісному взаємозв'язку один з одним і називаються «експопара». З короткою видержкою фотознімки можуть виходити недоекспонованими (затіненими), а з довгою видержкою — переекспонованими (висвітленими), або змазаними, через тремтіння камери, якщо фотозйомка ведеться з рук.

*Світлочутливість (ISO)* — це одиниця виміру чутливості МЧС до світла, чим більше число ISO тим чутливим є сенсор МЧС. Наприклад, сенсор ЦФК при ISO3200 більш чутливий до світла, ніж при ISO200, що дозволяє зробити кадр в умовах з недостатнім освітленням, але при цьому пікселі розігріваються сильніше і в результаті фотографії виходять «зернистими», що проявляється у вигляді безлічі різнокольорових дефектних пікселів (цифрові шуми), що розкидані на всій площі фотокадру.

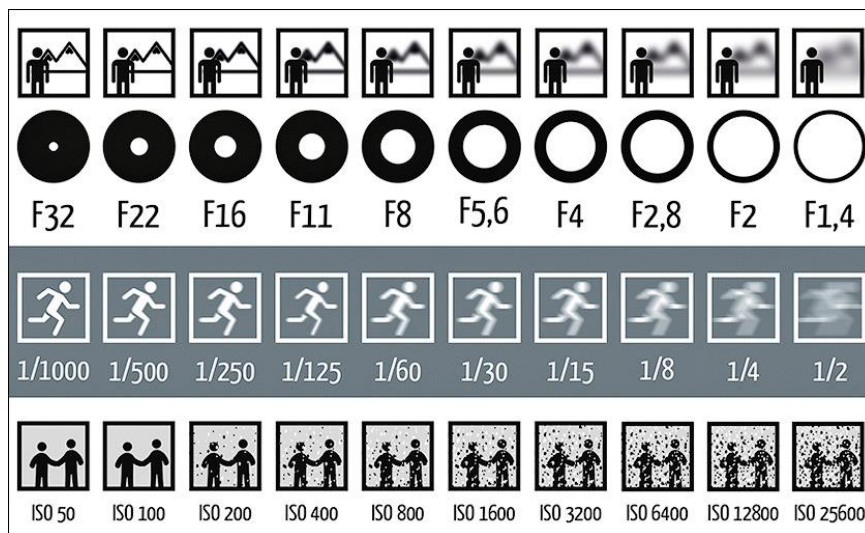


Рис. 4.2. Приклад впливу різних параметрів ЦФК на якість фотознімків(діафрагма впливає на глибину різкості, видержка за чіткість динамічних об'єктів, а світлочутливість на появу шумів)

При налаштуванні експозиції, необхідно враховувати три головні параметри: видержку, діафрагму і світлочутливість. Це так званий «трикутник експозиції». Експозиція створюється при взаємодії цих трьох елементів, і знаходиться в середині трикутника. Найголовніше те, що всі ці елементи знаходяться у взаємодії один з одним.



Рис. 4.3. Трикутник експозиції, що демонструє взаємозв'язок параметрів видержки, світлочутливості та діафрагми

Розуміння взаємодії видержки, діафрагми і ISO, вимагає постійної практики. Тому зміна кожного елемента не тільки впливає на зміну експозиції зображення, а й на інші моменти в фотографії. Наприклад, зміна діафрагми, змінить глибину різкості — чим менше отвір, тим більше глибина різкості. Висока ISO призведе до появи шумів, а надто довга видержка, при фотозйомці з рук, призведе до розмитого фотознімка.

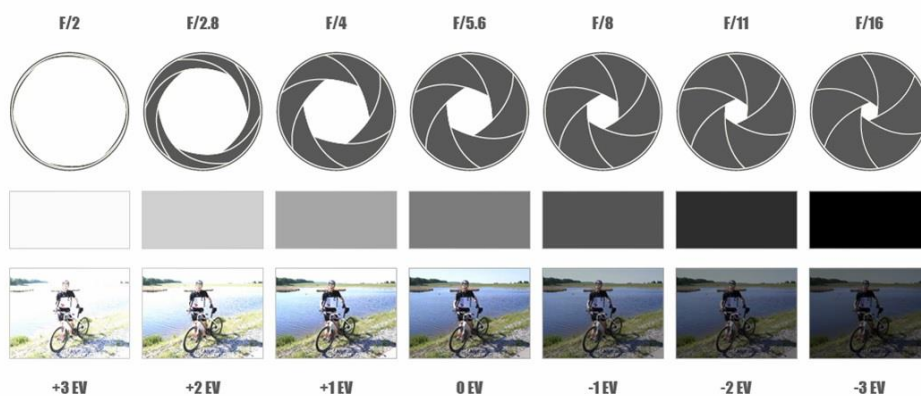


Рис. 4.4. Приклад управління величиною експозиції

При виборі величини експозиції в ЦВК використовується індикатор величини експозиції, що являє собою діапазон зміни експозиції зазвичай від -3Ev до +3Ev, причому величина 0Ev вважається нормальною

експозицією і в різних режимах роботи ЦФК (ручний режим, пріоритет діафрагми, пріоритет видержки) при зміні параметрів ЦФК: видержки, діафрагми та світлочутливості, відповідно потрібно намагатися отримувати нормальну експозицію для отримання якнайкращих результатів фотозйомки.

### **Мета роботи:**

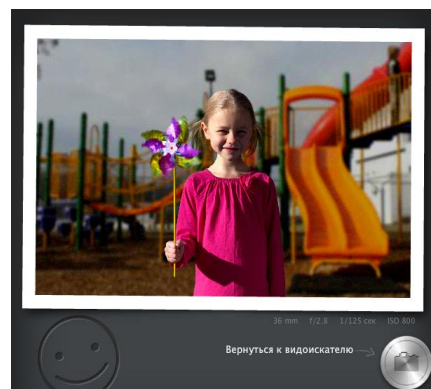
Ознайомитися із основними параметрами (видержка, світлочутливість, величина діафрагми) створення цифрової фотографії, а також пошук раціональних режимів фотозйомки для різних умов фотозйомки.

### **Хід роботи:**

1. Для виконання роботи необхідно завантажити в браузері онлайн-програму CameraSim, що є симулятором роботи ЦФК (рис. 4.5), згідно завдання (табл.4.1) вибрати чотири різні умови освітлення, а також отримати найкращі знімки із записом раціональних параметрів фотозйомки в табл. 4.2.



а



б

Рис. 4.5. Діалогове вікно онлайн-симулятора роботи ЦФК на базі програми CameraSim: а – налаштування експозиції; б – оцінка якості фотознімку

Таблиця — 4.1. Варіанти завдання для різних умов фотозйомки

№	Умови освітлення	Фокусна відстань (відстань до об'єкта), мм	Відстань до об'єкту (ефект Боке для фону)	Положення об'єкта (наявність штативу)
1	Природне, яскраве сонце	18	Боке фона (3 метри)	присутній
2	Природне, сонячно	18	Різкість фона (1 метр)	відсутній
3	Природне, низька хмарність	18	Різкість фона (1 метр)	відсутній
4	Природне, хмарно	18	Різкість фона (1 метр)	присутній
5	Природне, яскраве сонце	29	Різкість фона (1 метр)	присутній
6	Природне, сонячно	29	Боке фона (3 метри)	відсутній
7	Природне, низька хмарність	29	Різкість фона (1 метр)	присутній
8	Природне, хмарно	29	Боке фона (3 метри)	присутній
9	Природне, яскраве сонце	42	Різкість фона (1 метр)	відсутній
10	Природне, сонячно	42	Боке фона (3 метри)	відсутній
11	Природне, низька хмарність	42	Боке фона (3 метри)	присутній
12	Природне, хмарно	42	Різкість фона (1 метр)	відсутній
13	Природне, яскраве сонце	55	Різкість фона (1 метр)	відсутній
14	Природне, сонячно	55	Боке фона (3 метри)	відсутній
15	Природне, низька хмарність	55	Боке фона (3 метри)	присутній
16	Природне, хмарно	55	Різкість фона (1 метр)	присутній

2. Пошук раціональних параметрів фотозйомки (видержка, діафрагма та світлочутливість\ISO) згідно завдання (табл. 4.1) необхідно здійснювати за режимом фотозйомки «М» (ручний режим), причому головним завданням є пошук діапазону зміни кожного з параметрів фотозйомки. Причому пошук раціональних значень здійснюють за допомогою індикатора експозиційного числа із балансуванням на рівні 0 Ev, що повинно забезпечити оптимальну експозицію, згідно найкращої оцінки якості (див рис. 4.5, б). Тому при такому балансуванні можуть бути отримані більше ніж одна комбінація підбору параметрів експозиції (видержка, діафрагма та світлочутливість).

Таблиця — 4.2. Раціональні параметри фотозйомки

№	Умови завдання (варіанти табл. 7.1)	Світлочутливість (ISO)	Діафрагма	Видержка	Загальна оцінка
1					

3. Визначивши раціональні умови фотозйомки та заповнивши табл. 4.2. необхідно пройти тестування на он лайн ресурсі від компанії Canon (EOS Digital SLR) для перевірки отриманих знань щодо пошуку раціональних параметрів фотозйомки. За результатами тестування у висновках навести кількість вірно виконаних завдань (наприклад, 4 завдання з 6) та вказати час проходження тесту.

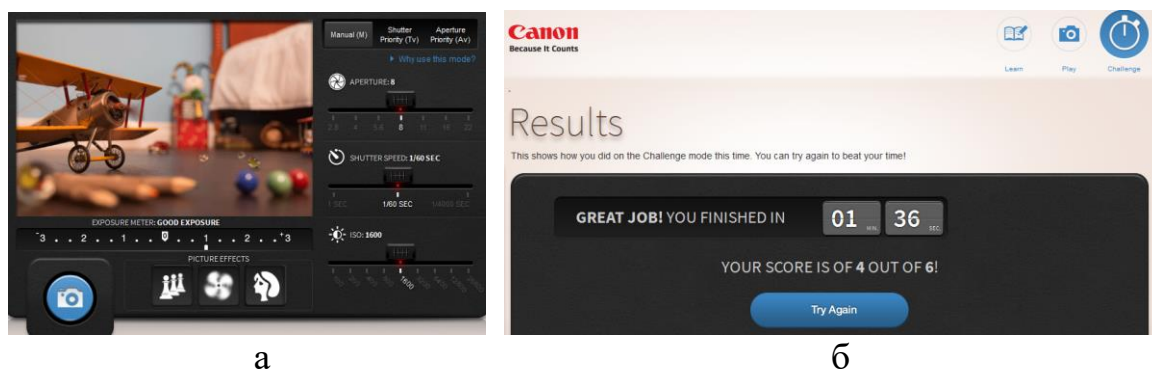


Рис. 4.5. Діалогове вікно он лайн ресурсу від компанії тестування Canon: а – симулятор ЦФК з налаштуваннями експозиції;  
б – практичний тест щодо фотозйомки

### Звітність:

Скласти письмовий звіт, в якому:

1. Описати порядок і методику виконання роботи.
2. На основі аналізу параметрів фотозйомки в різних умовах освітлення встановити раціональні умови фотозйомки та скласти загальні висновки щодо можливостей налаштування експозиції для ЦФК.

### **Контрольні запитання:**

1. Охарактеризувати поняття «світлочутливість» ЦФК.
2. Охарактеризувати поняття «видержка» ЦФК.
3. Охарактеризувати поняття «діафрагма» ЦФК.
4. Описати основні прийоми для забезпечення раціональної експозиції фотозйомки.
5. Вказати основні фактори, що впливають на вибір параметрів експозиції фотозйомки.

## **4.5. Комп'ютерний практикум № 5**

**Тема:** Особливості створення композиції кадру для портретної фотографії

### **Теоретичні відомості:**

*Фотокомпозиція* (від лат.: *composition* — зіставлення, розміщення) — це поєднання елементів сюжету майбутнього фотознімку, в якому в конкретній візуальній формі найбільш яскраво розкривається його сюжет та сенс.

Предметно-смісловим елементам композиції сприяють виразні засоби: освітлення, тональність, план, контрасти, ракурс, точка і момент фотозйомки. Виділення в кадрі головного сюжетно-тематичного (сміслового) центру називається в фотографії художнім акцентом. Елементів може бути багато, але вони далеко не рівнозначні. Одні знадобляться для виділення смислового центру, другі — для характеристики сюжету, треті мають художнє значення, а четверті — перешкода, вони повинні залишатися за межами кадру.

*Світлотінь* — строго закономірні градації світлого і темного, завдяки яким сприймаються оком і відтворюються об'єкти фотозйомки. Відтінки світлотіні точно відповідають характеру освітленості, об'ємної формі предметів, станом атмосфери. І в природі і на знімку світлотінь залежить від взаємозв'язку світил, відблисків, тіней, півтіні, рефлексу на основі тонових співвідношень. Через ефекти світлотіньового контрасту потрібно прагнути до злагодженості композиційного ладу, до емоційної виразності знімка.

*Плани* (лат. *planus* — плоский, рівний) — це просторові зони різної віддаленості при передачі глибини простору. Розрізняють перший (передній), другий і задній (далекий) плани. На практиці кількість планів може бути значно більше. Наприклад, при фотографуванні фігури людини їх може бути п'ять: дальній, загальний, середній, великий і надвеликий (детальний). При дальньому плані фігура людини дуже мала; при загальному вона займає майже всю висоту кадру; при середньому людина зображується або до коліна, або до пояса; при великому зображується особа людини, і, нарешті, при надвеликому — деталь (наприклад, очі). При цьому слід враховувати залежність розподілу глибини різко зображуваного простору від відстані між точкою фотозйомки і об'єктом, збільшення глибини різкості при видаленні об'єкту фотозйомки.

Так за різновидами кадрування портретна фотографія поділяється: портрет обличчя, портрет до плечей, портрет до ліктів, портрет до поясу, портрет  $\frac{3}{4}$ , портрет до колін та портрет у повний зріст. Хоча передостанній варіант (портрет до колін) більшістю професійних фотографів використовується досить рідко (рис. 5.1).

*Портрет обличчя.* Найбільш важливими деталями кадру є очі або губи моделі (акцент на чомусь одному), причому волосся з лоба не повинне закривати і розділяти очі. В даному різновиді портрета не



виключається можливість включення в кадр рук. При фотозйомці крупного плану важлива точність фокусування. Також фотознімок буде не естетичним без додаткової цифрової ретуші та згладжування шкіри.

*Портрет до плечей.* У кадрі знаходиться голова і плечі (трохи нижче ключиці). Причому ЦФК слід розташовувати на рівні очей моделі. Також важлива передача деталей.

*Портрет до ліктів.* Дана схема передбачає застосування моделлю зігнутого положення ліктів, причому самі лікті мають також потрапити у кадр. Створений руками (зігнутими ліктями) та очима трикутник значно підвищить сприйняття фотознімка.

*Портрет до поясу.* Фотозйомка здійснюється із застосуванням довгофокусних об'єктивів для того, щоб не спотворювалися пропорції тіла моделі. ЦФК розташовують приблизно на рівні ший моделі. Також в кадрі потрібно залишати всі частини рук. Не прийнятним вважається фотографія даного різновиду із «відтятими» кистями рук.

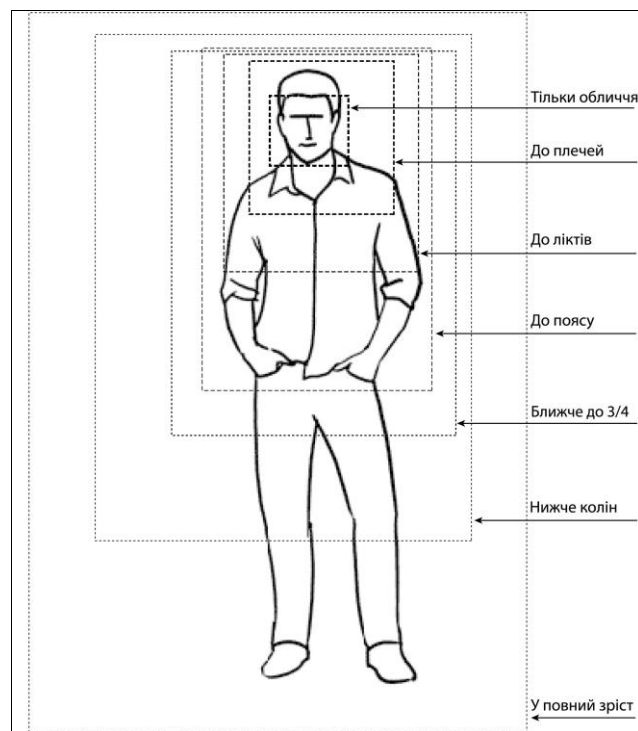


Рис 5.1. Схема кадрування портрету

*Портрет 3/4* (середня частина стегна). Нижня межа кадру повинна проходити вище колін моделі і закінчуватися долоню руки. У такій композиції дуже важлива поза моделі та положення її рук, що повністю потрапляють у кадр.

*Портрет нижче колін (або 4/5)*. За даним різновидом потрібно заповнювати весь кадр моделлю за допомогою різноманітних положень тіла та жестів рук. Фотозйомка проводиться на рівні ліктів моделі з відповідним налаштуванням фокусної відстані об'єктиву.

*Портрет у повний зріст*. Фотозйомка проводиться на певній віддалі від моделі із використанням фокусної відстані 50 мм і більше. На знімку у повний зріст дуже важлива композиція, виразність пози моделі.

Термін «*ракурс*» (від *фр.:* *raccourci, raccourcir* — вкорочений) в фотографії означає перспективне спотворення предметів у просторі. На практиці «*ракурс*» можна представити у вигляді прямокутної коробки або куба (об'єкт фотозйомки), що знаходиться під певним кутом по відношенні до об'єктиву ЦФК (рис. 5.2). Вибір ракурсу проводиться з метою найбільш повної і ефектною передачі образу об'єкта з урахуванням його індивідуальних особливостей і експресивності.

Також, під ракурсом розуміють різке наближення до об'єктів на фотознімках, що виконані під гострим кутом зверху чи знизу, особливо поблизу від об'єкту фотозйомки на передньому плані. Ракурс загострює композицію, допомагає виділити головне.

*Точка фотозйомки* — місце, де знаходиться фотограф по відношенню до зображуваних предметів. Зазвичай фотографування здійснюється зі звичною (нормальної) точки зору, тобто з рівня очей моделі (нормальний ракурс) (рис. 5.3, а).

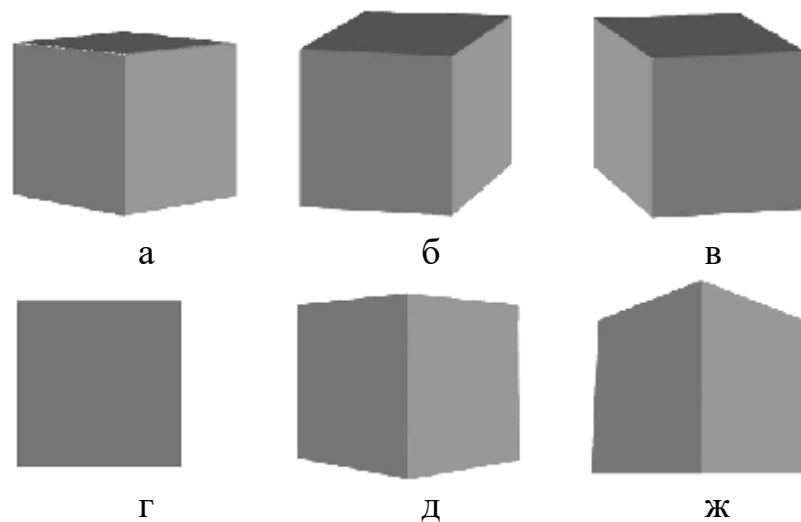


Рис. 5.2. Основні різновиди ракурсів кубу:

а — з права та зверху; б — зверху та з права;  
в — з верху та з ліва; г — прямо; д — з права; ж — з низу з права

Однак застосовуються і нижня (нижній ракурс) (рис. 5.3, б), і верхня (верхній ракурс) точки фотозйомки (рис. 5.3, в), хоча при цьому порушується звичне співвідношення висот предметів переднього і дальнього планів. Точка фотозйомки може бути фронтальною, під кутом і боковою. У портретній фотозйомці точка може бути в анфас (рис. 5.4, а), труакар (рис. 5.4, б і в) і в профіль (рис. 5.5, а, б) відповідно.

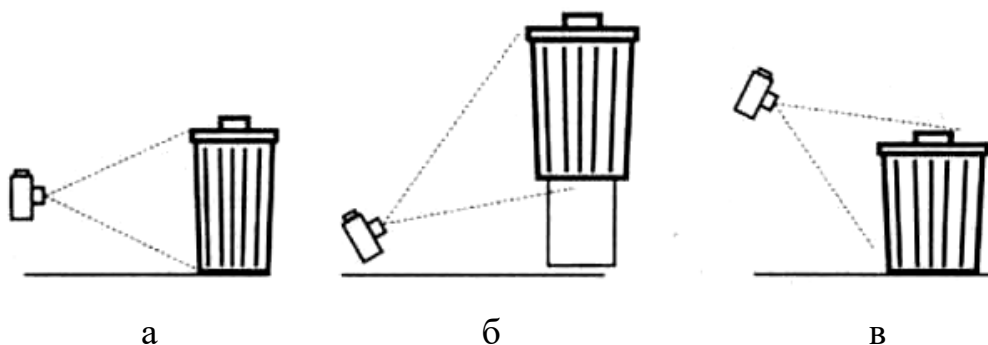


Рис. 5.3. Різні ракурси при фотозйомці:

а — звична точка (нормальний ракурс), б — нижня точка (нижній ракурс); в — верхня точка (верхній ракурс)

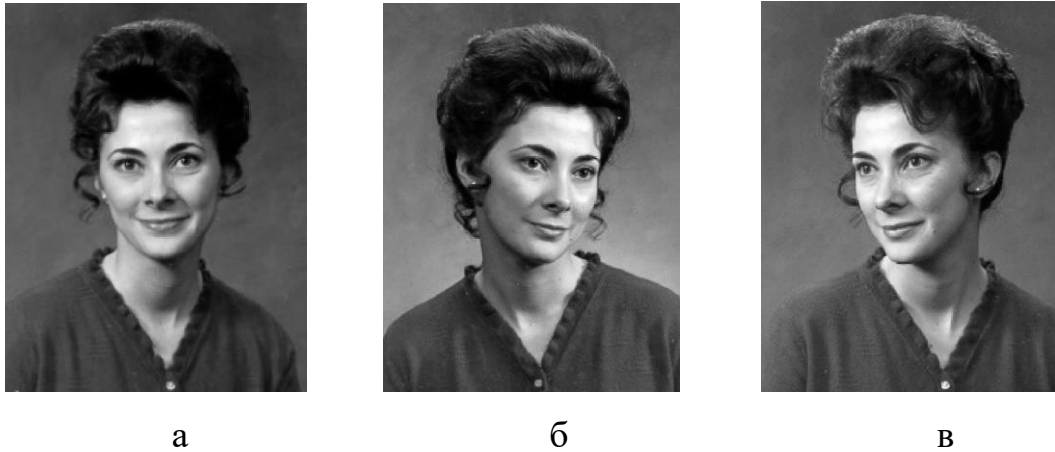


Рис. 5.4. Різновиди класичного портрету «до плечей»:

а — анфас; б і в — труакар (ракурс  $\frac{3}{4}$ )

Застосування у портретній фотозйомці ракурсів анфасу, труакару та профілю відповідає класичному стилю фотокомпозиції портрету (рис. 5.4 та 5.5).

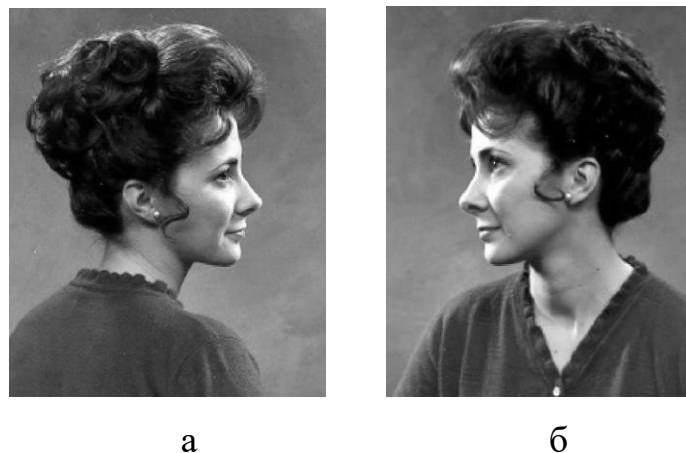


Рис. 5.5. Різновиди класичного портрету «до плечей»: а і б — профіль

Також, у портретній фотозйомці «до плечей» застосовуються і інші ракурси, що досягаються зміною взаємного положення (кут повороту) голови та плечей (рис. 5.6, а, б). Однак для фотозйомки портрету чоловіків, на відміну жіночого портрету є важливою вимогою перпендикулярність лінії плечей до лінії голови для забезпечення природності фотографії портрету (рис. 5.6, в).

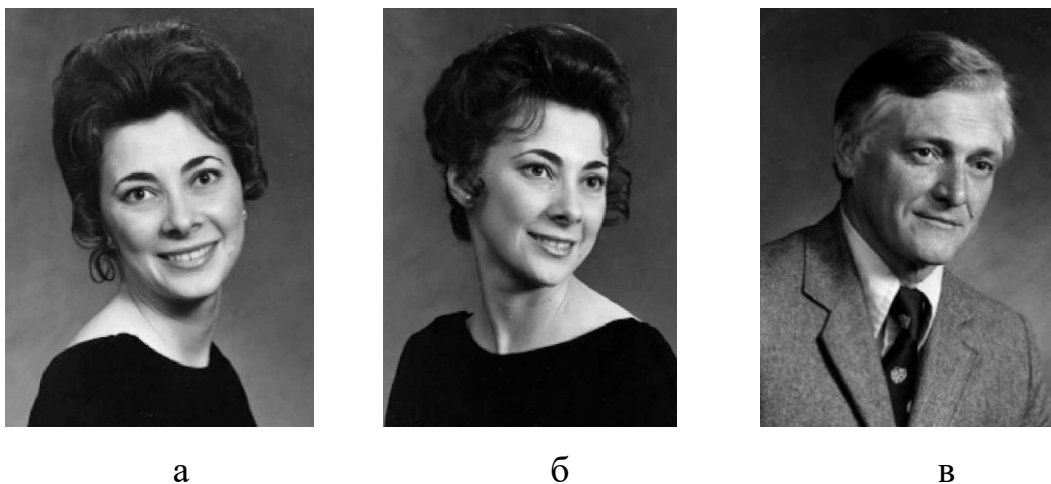


Рис. 5.6. Різновиди спеціального портрету «до плечей»: а — поворот плечей в ліво; б — поворот плечей в право; в — перпендикулярність ліній плечей із лінією голови

Застосування фронтальної фотокомпозиції забезпечує збіг головної осі предмета з центральною віссю фотознімка і напрямком оптичної осі об'єктива. Воно призводить до отримання площинного зображення, площинної лінійної перспективи (перспектива визначається відношенням масштабів зображення близьких і далеких елементів композиції). При зсуві точки фотозйомки від центру виникає можливість побачити бічні поверхні предметів, виникає просторовий малюнок об'єкту.

*Перспектива* — це закономірності зображення предметів у відповідності до їх зорового сприйняття. Видимі предметні обриси, форма, світлотінь сильно змінюються в залежності від розташування предмета в просторі щодо очей спостерігача. Причому саме через ці зміни сприймаються стійкі, дійсні властивості самого предмета (рис. 4.7).



а

б

Рис. 5.7. Різновиди перспективної фотозйомки портрету «до плечей»:  
а — висока перспектива фотозйомки; б — низька перспектива фотозйомки

При застосуванні високої перспективної фотозйомки лице відтворюється на фотознімку із певними спотвореннями: лице та ніс видовжуються, а підборіддя здається дещо зменшеним. Застосування ж низької перспективи фотозйомки призводить до того, що лице та ніс передаються більш перспективно (з певним об'ємом) та занадто відкривається шия. Тому для забезпечення візуальної подібності портрету потрібно застосовувати певний баланс при виборі ракурсу фотозйомки портрету.

### **Мета роботи:**

Ознайомитися із існуючими базовими техніками фотозйомки із застосуванням різних ракурсів композиції кадру. Застосування різних планів і ракурсів фотозйомки для зміни світлотіні портретної фотографії.

### **Хід роботи:**

1. Для виконання практичної потрібно у межах групи (2 особи) здійснити почергово фотозйомку портрету застосовуючи різні прийоми кадрування

фотознімку (за виключенням портрету «до плечей»). Для цього представники однієї групи по чергово виконують два завдання: моделі та фотографа.

2. Також, здійснюється фотозйомка класичного портрету «до плечей» при різних ракурсах і точках фотозйомки. При цьому враховуються особливості чоловічого та жіночого портретів. А також, притримується баланс при відтворенні перспективи фотографії портрету.

3. Після здійснення фотозйомки портрета у якості фотографа, кожен представник групи оформлює окремий протокол у якому наводить інформацію щодо параметрів портретної фотографії (інформація міститься у EXIF-файлі фотографії, яку можна переглянути у програмі Adobe Photoshop, а саме у діалоговому вікні «*File/File Info.../Camera Data*»). Зразок схеми ракурсу та даних EXIF-файлу наведений на рис. 5.8.

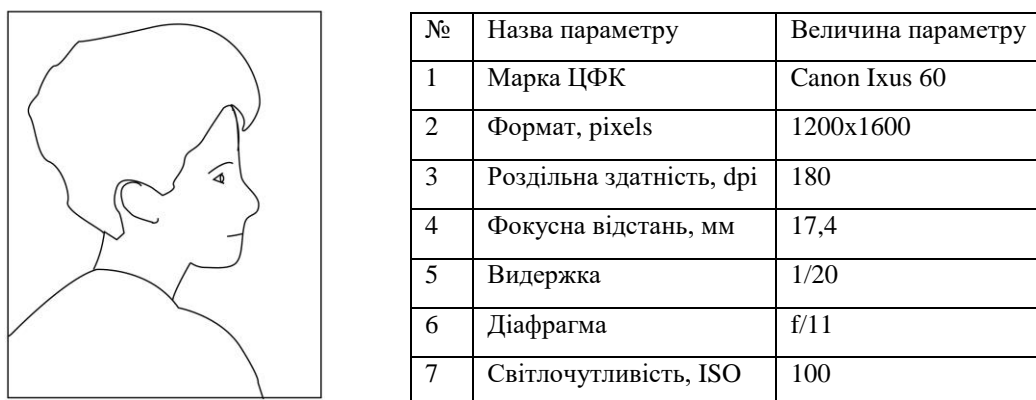


Рис. 5.8. Зразок оформлення протоколу із схемою ракурсу та параметрами фотозйомки портрету

4. Для створення схем ракурсу для своїх фотографій необхідно отримані фотографії портретів «до плечей» опрацювати у програмному пакеті Adobe Illustrator. Кожну портретну фотографію потрібно обрисувати по контурах та важливих деталях об'єкту фотозйомки. На основі рисунку створити схему ракурсу фотографії (рис. 5.8).

### **Звітність:**

Скласти письмовий звіт, в якому:

1. Описати порядок і методику виконання роботи.
2. На основі портретних фотографій створених за різними схемами кадрування та ракурсами, проводиться аналіз передачі світлотіней та перспективи у вигляді загального висновку.

### **Контрольні запитання:**

1. Охарактеризувати основні поняття фотокомпозиції.
2. Особливості класичної портретної фотографії «до плечей».
3. Особливості портретної фотографії за різними схемами кадрування.

## **4.6. Комп'ютерний практикум № 6**

**Тема:** Особливості планування композиції кадру для пейзажної, репортажної і архітектурної фотографії

### **Теоретичні відомості:**

Процес поєднання елементів сюжету майбутнього фотознімку, в якому у конкретній візуальній формі найбільш яскраво розкривається зміст фотографії називається плануванням фотокомпозиції.

Основні правила планування композиції кадру (закони фотокомпозиції): цілісність; природність (типізації); контрастність; підпорядкованість; новизна. В основу законів художньої фотокомпозиції покладено ідею фіксування на фотознімку елементів та об'єктів сюжету, що не мають логічного протиріччя через нагромадження деталей сюжету. Тобто, при плануванні художньої фотокомпозиції кадру не вимагається



зафіксувати всі можливі елементи сюжету на фотознімку, а лише деякі логічні поєднання цих елементів, що узгоджуються за законами фотокомпозиції.

*Закон цілісності* — приведення всіх елементів фотокомпозиції до єдиного цілого, безперервного у часі і просторі. Тобто для дотримання даного закону потрібно визначити які деталі фотокомпозиції кадру відіграють найбільшу роль у створенні образу. Наприклад, потрібно визначити чи володіє певна деталь (об'єкт фотозйомки) необхідними візуальними ознаками для розкриття сюжету фотокомпозиції, або, навпаки, аналізована деталь є випадковою, і нічого не додає до розкриття основної ідеї фотокомпозиції. Також потрібно проаналізувати чи поєднуються різні об'єкти та елементи фотокомпозиції між собою або навпаки входять у логічне протиріччя. Наприклад, фотографія пейзажу паркової зони відпочинку із поєднанням доріжок, лавок та дерев будуть гармонійно та цілісно відображатися на фотографії, однак при включенні у кадр випадкових прохожих композиція кадру ускладнюється і цілісність сюжету порушується.

*Закон природності (типізації)* — відбір основних деталей фотокомпозиції відбувається за принципом їх типовості для даної ситуації або сюжету. Підібрані типові елементи повинні бути узгоджені між собою і узгоджені за загальною фотокомпозицією кадру. Проте підбираючи у фотокомпозиції лише типові риси можна у результаті отримати на фотографії замість природної фотокомпозиції лише набір об'єктів та типових елементів, що не мають ніякого відношення до художньої фотокомпозиції. Розглядати кожну композицію кадру потрібно не як варіацію загальних і типових ознак, а, навпаки, за оригінальними ознаками. Тобто повинні підбиратися не тільки типові, але і характерні деталі (об'єкти фотозйомки) при плануванні фотокомпозиції. Наприклад,

репортажна фотографія спортсмена-марафонця із олімпіади, що біжить до фінішу та піднімає стяг своєї країни — типова репортажна фотографія із акцентом на індивідуальність спортсмена.

*Закон контрастів* — порівняння елементів сюжету у фотокомпозиції, що не суперечить законам цілісності, повинно забезпечувати контрастність між елементами, а також підкреслювати діапазон їхніх відмінностей. Наприклад, групова портретна фотографія із старшим поколінням та їхніми нащадками (онуками) — контраст у віці.

*Закон підпорядкованості* — всі елементи повинні підкорюватися єдиному авторському задуму, сформульованому в художній ідеї сюжету фотокомпозиції та мети його створення.

*Закон новизни* — оригінальна фотографія відрізняється несподіваними ракурсами, поєднаннями елементів сюжету, відчуттям вперше створеного і побаченого. Але зустрічаються часто фотографії, які справляють враження подібності до інших, в основі яких завжди лежить шаблон, штамп, схема або компіляція. Але новизна не повинна бути у творчості самоціллю. Дуже важливо у фотографічному творчості розвивати здатність знаходити в буденному незвичайне та щось нове.

Правила композиційного планування: золотого перетину, третин, діагоналей, контрасту, сюжетно-динамічний центр, ритм, статика і динаміка.

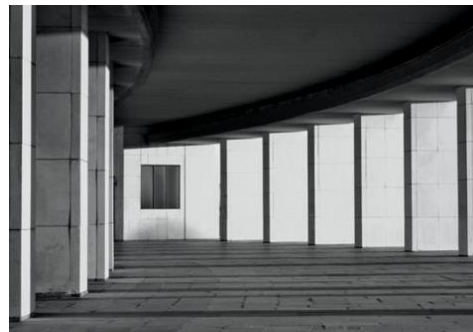
*Сюжетно-тематичний центр* — це головний елемент кадру, який привертає до себе увагу і несе якусь сюжетну ідею. Уведення в композицію смислового центру називається постановка художнього акценту. У репортажній або статичній пейзажній фотозйомці необхідно уважно стежити за смисловим навантаженням кожного з елементів кадру. Елементів може бути всього декілька, наприклад натюрморт, портрет, а може бути і безліч репортаж, пейзаж. І всі вони не рівнозначні один одному. Одні підходять для

виділення смислового центру, інші тільки для характеристики навколишнього оточення (рис. 5.1, *а*).

*Ритм.* Одне з найпростіших і, в той же час, найсильніших виразних засобів фотографії. Його присутність створює відчуття організованості простору, лаконічності і ясності форми. Виражає ідею безперервності, періодичності, протяжності об'єкта фотозйомки в просторі і в часі (рис. 6.1, *б*). Засобами створення ритмічної композиції є три основні засоби: лінії, точки та об'єкти.



*а*



*б*

Рис 6.1. Зразок фотографії із застосуванням правила сюжетно-тематичного центру (*а*) та правила ритму (*б*)

*Правило золотого перетину.* Основна ідея цього правила у фотокomпозиції полягає в тому, що існують особливі точки на зображенні, які найбільше привертають увагу глядача. Ці точки розташовані приблизно на відстані  $3/8$  і  $5/8$  від країв знімка. Розміщення об'єктів в цих точках виглядає природно і забезпечує ефективне сприйняття фотографії. До того ж на чотирьох перетинах формується головні точки фокусу на фотознімку, і вважається, що у більшості випадків фокусування у лівій нижній точці, або верхній правій дозволяє забезпечити раціональне фокусування при фотозйомці (рис.6.2, *а*).



Рис 6.2. Зразок фотографії із застосуванням правила золотого перетину (а) та правила третин (б)

*Правило третин.* Один з основних принципів побудови композиції, що передбачає розбиття фотографії на три рівні частини по горизонталі і вертикалі в пропорціях 3:5, 2:3 або 1:2. Вважається, що фокус уваги людини припадає на границі цих частин. Тому основні об'єкти зйомки потрібно розміщувати або вздовж умовних ліній, або в точках їх перетину. Причому при застосуванні даного правила раціональним вважається поділяти кадр не на дві частини сюжетно важливих деталей, а на  $\frac{2}{3}$  і  $\frac{1}{3}$  відповідно (рис. 6.2, б).

*Правило діагоналей.* Основна умова цього правила фотоконпозиції — розташування об'єктів уздовж діагоналей ліній на зображенні. Ці лінії можуть бути проведені, наприклад, від лівого нижнього кута фото до правого верхнього або від лівого верхнього до правого нижнього. Перший варіант найбільш раціональний для сприйняття (рис. 6.3).

Також, за даним правилом, при поділі сторони фотоконпозиції на дві частини по діагоналі, а потім поділі кожної сторони ще на три частини, можна провести діагональ і лінію, яка на фотознімку містить сюжетно-важливі об'єкти. Тобто, особливо важливі частини сюжету повинні розташовуватися на паралельній до основної лінії.

*Правило контрастів.* Використання даного правила композиції у фотографії дозволяє надати більшу виразність знімка, зробити його більш насиченим і емоційним. Правило контрасту засноване на поєднанні в фотографії взаємопротівоположних елементів - чорного і білого, прямих і зламаних ліній, статичних і рухомих об'єктів і т.д.

Закон контрастів широко використовується у фотографії оскільки фотознімок у більшості випадків буде вдалим, якщо створюється на контрасті, наприклад: світловому (світле — темне); колірному (червоне — синє); психологічному (веселий — сумний); фізичному стані (спокою і руху); положенні у просторі (вертикальне — горизонтальне); частини і цілого; фону і предмету та ін.



*а*



*б*

Рис 6.3. Зразок фотографії із застосуванням правила діагоналей (а)  
та правила контрастів (б)

*Статика та динаміка.* Термін «статика» характеризується певною нерухомістю, що дозволяє передати у фотокомпозиції статичність, стійкість, спокій тощо (рис. 6.4, а). Зазвичай у таких фотокомпозиціях використовуються тільки вертикалі та горизонталі сюжети. Термін «динаміка» являє собою зображення рухомого об'єкту чи динамічного сюжету, наприклад, людини, тварини, птахів, автомобіля тощо. Прикладом може бути і фотографія природи: нахилені під вітром дерева, хвилі на воді тощо.

Під терміном «динаміка» у фотокомпозиції, також, розуміють рух очей глядача. Розглядаючи фото композицію очі рухаються по певних лініях (напрямках). Навіть якщо в у фотокомпозиції немає зображення жодного рухомого елемента, "динаміка" в ній все одно може бути присутньою. Тобто фотокомпозиція, у відповідності із задумом автора, повинна направляти погляд глядача від одного елемента до іншого (рис. 6.4, б).



*а*



*б*

Рис 6.4. Зразок фотографії із застосуванням правил статичності (а)  
та динаміки (б)

### **Мета роботи:**

Ознайомитися із основними правилами планування композиції кадру, оцінювання композиції та об'єктів фотозйомки, а також визначення раціонального кадрування фотографії.

### **Хід роботи:**

1. Згідно варіантів за табл. 6.1 здійснюється виконання 3-х поставлених завдань. Фотографування може здійснюватися у межах декількох груп, але із обов'язковим виконанням індивідуальних завдань.

2. Після виконання завдання до табл. 6.1 вноситься інформація щодо умов та параметрів фотозйомки.

Таблиця 6.1 — Завдання для фотозйомки пейзажу та архітектури

№	Назва правил	Жанр фотографії	Умови фотозйомки	
			Умови освітлення (авто/режим)	Параметри ЦФК (ISO, видержка, діафрагма)
1	2	3	4	5
1	Третин	архітектура		
	Діагоналей	пейзаж		
	Динаміка	репортаж		
2	Контрастів	архітектура		
	Тематичний центр	пейзаж		
	Ритм	репортаж		
3	Діагоналей	архітектура		
	Тематичний центр	пейзаж		
	Ритм	репортаж		
4	Динаміка	пейзаж		
	Ритм	архітектура		
	Статика	репортаж		
5	Контрастів	пейзаж		
	Тематичний центр	архітектура		
	Ритм	репортаж		
6	Третин	репортаж		
	Динаміка	пейзаж		
	Тематичний центр	архітектура		
7	Статика	архітектура		
	Тематичний центр	пейзаж		
	Ритм	репортаж		

3. Один із жанрів фотографії, згідно із варіантом (архітектура, або пейзаж), необхідно сфотографувати у вигляді панорами із кутом огляду від 120° до 210°. Для панорамної фотографії необхідно отримати мінімум 3 фотознімки, які потрібно з'єднати у програмі Adobe Photoshop CS3 (File/Automate/Photomerge...).

4. Для оформлення протоколу необхідно вказати таблицю із вихідними даними та параметрами фотозйомки, помістити три тематичні фотознімки та проаналізувати їх щодо наявності ознак того чи іншого правила. Аналіз проводиться представленням на фотографіях діагональних ліній (правило діагоналей), напрямку руху об'єкту фотозйомки (динаміка), відзначенням області із головним елементом сюжету (тематичний центр) та ін.

### **Звітність:**

Скласти звіт, в якому:

1. Описати порядок і методику виконання роботи.
2. Вказати таблицю із вихідними даними та параметрами фотозйомки, помістити три тематичні фотознімки та проаналізувати їх щодо наявності ознак того чи іншого правила. Аналіз проводиться представленням на фотографіях діагональних ліній (правило діагоналей), напрямку руху об'єкту фотозйомки (динаміка), відзначенням області із головним елементом сюжету (тематичний центр) та ін.
3. Скласти загальні висновки щодо виконаної роботи.

### **Контрольні запитання:**

1. Охарактеризувати основні закони фотокомпозиції кадру.
2. Охарактеризуйте основні правила фотокомпозиції.
3. Дайте визначення терміну «композиція кадру».



#### 4.7. Комп'ютерний практикум № 7

**Тема:** Особливості створення портретної фотографії за типовими схемами освітлення

##### **Теоретичні відомості:**

Існують дві стилістики зображення — лінійна і художня. При створенні фотографії світло тонального портрету можна отримати зображення як лінійного, так і художнього характеру. Лінійне зображення частіше застосовується в рекламній фотозйомці (об'ємність створюється не за рахунок світла, а за рахунок роботи стиліста-візажиста). У інших випадках об'ємність фотографії створюється за рахунок світло тонального освітлення, а сама фотографія відноситься до художньої стилістики. Для створення світло тонального освітлення при фотозйомці портрету застосовують різноманітні схеми освітлення, із застосуванням одного та більше джерел освітлення, відбиваючих поверхонь, а також взаємного розташування і поєднання освітлювального устаткування.

*Одиночне джерело, пряме фронтальне освітлення.* Джерело світла розташоване безпосередньо над фотоапаратом, точно над оптичною віссю об'єктиву. Джерелом світла, наприклад, є електронна імпульсна лампа з рефлектором діаметром 20 см, що випромінює спрямований не розсіяне світло. Така схема освітлення створює на обличчі моделі різкі тіні безпосередньо під підборіддям і на задньому плані під волоссям. Очі, проте, освітлені добре. Пряме освітлення додає особливого блиску волосся.

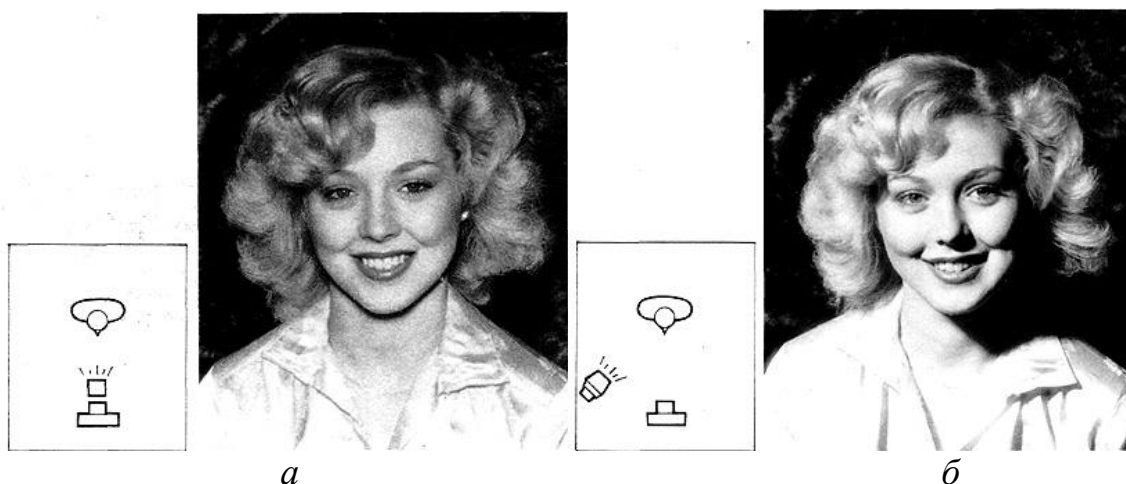


Рис. 7.1. Схеми освітлення: а — пряме фронтальне освітлення;  
б — пряме освітлення під кутом  $45^\circ$

*Одиночне джерело, пряме освітлення під кутом  $45^\circ$ .* Джерело світла переміщено приблизно на  $45^\circ$  вліво від ЦФК і підняте на  $45^\circ$  над головою моделі. Джерело світла відрегульоване так, щоб тінь від носа потрапляла у трикутник, утворений складками шкіри, що виникають при посмішці, і верхньою губою. При даній схемі освітлення тіней у нижній частині носа бути не повинно. Причому очі повністю освітлені, а на лівій щоці утворюється глибока тінь.

*Одиночне джерело, пряме освітлення під кутом  $90^\circ$ .* Бічне освітлення різко ділить лице моделі на освітлену і затінену половини. У результаті обличчя моделі здається значно більш вузьким, але тіньова сторона виглядає ширше, ніж освітлена. Цього можна уникнути, якщо задній план зробити дуже темним. Очі освітлені слабко, а волосся створює тінь на чолі.

*Одиночне джерело, пряме освітлення зверху.* При підсвічуванні зверху джерело знаходиться прямо над головою і трохи попереду відносно обличчя моделі. Ніс відкидає чітку тінь вертикально вниз на губу, очі відтіняються бровами і чолом, на які у свою чергу падає тінь від волосся. Чітко підкреслюються світлотінями вилиці. Пересуваючи джерело потроху зверху вниз, регулюють освітлення таким чином, щоб тінь від носа опинилася над верхньою губою, а очі повністю освітілися.

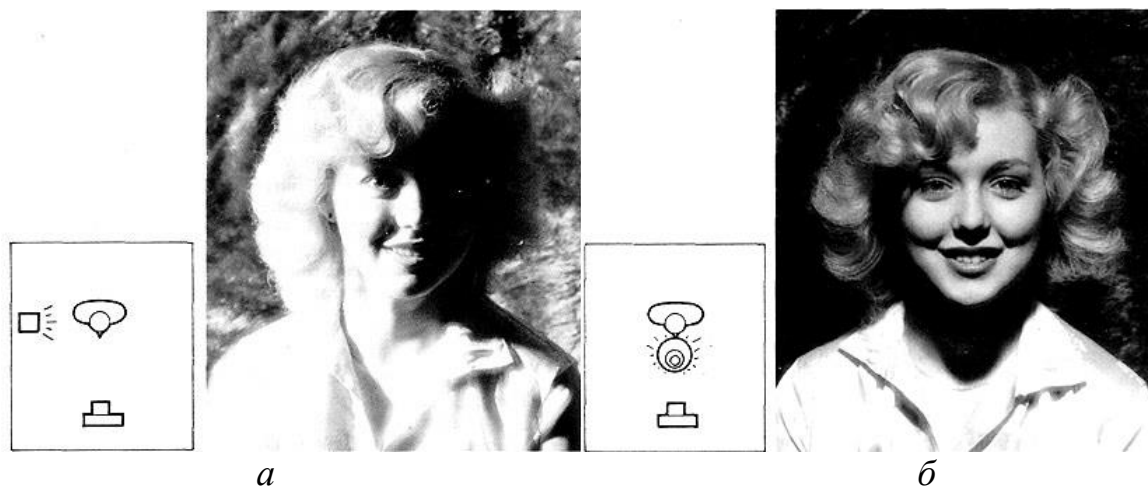


Рис. 7.2. Схеми освітлення: а — пряме освітлення під кутом  $90^\circ$ ;  
б — пряме освітлення зверху

*Одиночне джерело; пряме нижнє освітлення.* При підсвічуванні знизу від джерела, розташованого перед моделлю на рівні підлоги, картина справляє драматичне і примарне враження. Цей тип освітлення ніколи не є природним. М'яке освітлення знизу може бути використане для створення привабливого зображення, якщо застосувати сильні розсіювачі (відбивачі). Театральне освітлення з нижніх точок забезпечує такий же ефект.

*Одиночне джерело; пряме освітлення знаходиться позаду.* При підсвічуванні ззаду, тобто розташуванні джерела світла точно позаду моделі і прихованого за її головою, створюється силуетне (контурне) зображення. Потік світла утворює німб або ореол на волоссі і плечах. Форма дозволяє безпомилково впізнати портрет, але на обличчі не опрацьовано жодної деталі. Зазвичай таке освітлення використовується тільки в поєднанні з іншим додатковим переднім джерелом світла, яке доповнює виразний ефект заднього підсвічування. Додаткове джерело може бути розташоване поза кадром над головою моделі.

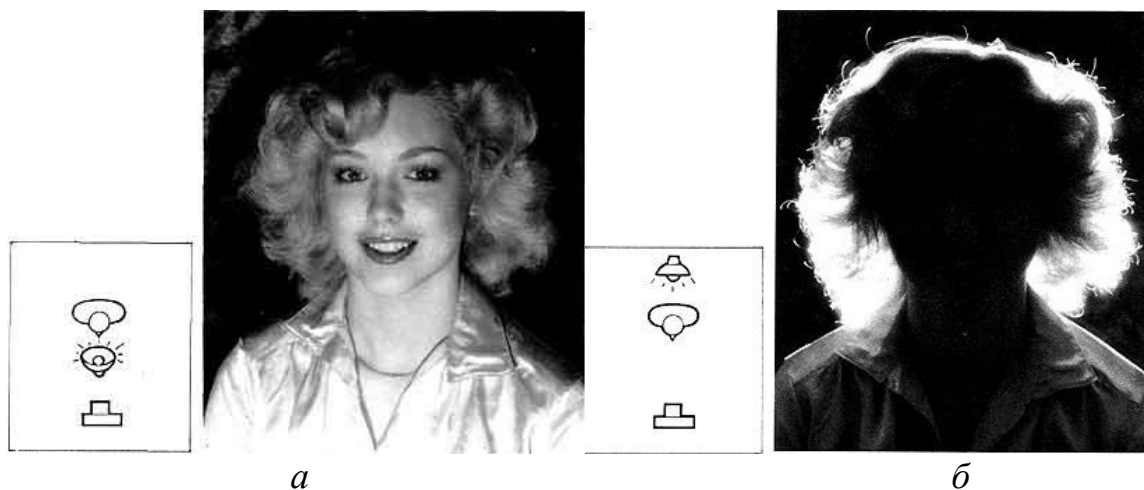


Рис. 7.3. Схеми освітлення: а — пряме нижнє освітлення; б — пряме освітлення знаходиться позаду

*Одиночне джерело, освітлення під кутом  $45^\circ$  із використанням світловідбиваючої парасольки.* Освітлення під кутом  $45^\circ$ , що зазвичай вважається найкращим для звичайної фотозйомки портретів, може забезпечуватися, також потоком світла направленим на білий зонтик діаметром 1 м. Тінь від носа теж потрапляє в область, утворену складками шкіри, що утворюються при посмішці, і верхньою губою. Тінь під підборіддям сильно пом'якшена. За даною схемою світло розсіюється і дещо згладжує світлотіні на обличчі.

*Одиночне джерело, освітлення під кутом  $45^\circ$  з використанням світлопрохідної парасольки.* Принципово схема подібна до попередньої, але замість відбитого від парасольки світлового потоку використовується світловий потік, розсіяний нейлоною парасолькою, розміщеною між джерелом світла і об'єктом фотозйомки. Площа розсіювача близько  $80 \text{ см}^2$ , розташований він приблизно на відстані 1 м від моделі. Дана схема освітлення забезпечує ефект подальшого пом'якшення освітлення, так як поверхня, що випромінює світло, наближена до моделі. Біла світлопрохідна парасолька вдвічі ближче, ніж світловідбиваюча. Тінь на підборідді виходить тепер цілком прийнятною.

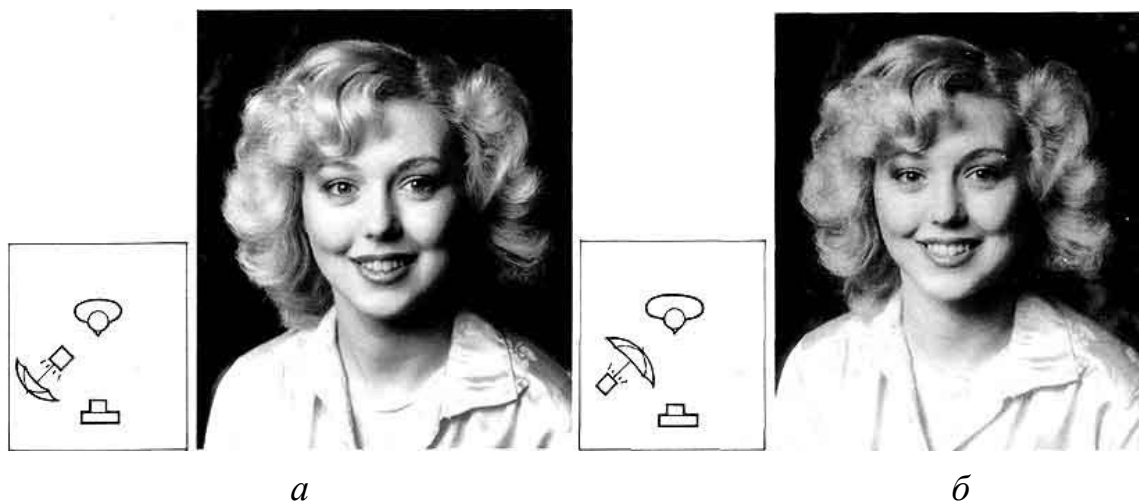


Рис. 7.4. Схеми освітлення: а — світловідбиваюча парасолька під кутом  $45^\circ$ ; б — світло прохідна парасолька під кутом  $45^\circ$

Одиночне джерело, освітлення під кутом  $45^\circ$  із використанням світловідбиваючої парасольки та додаванням відбиваючого екрану (рефлектора). На рівні плечей моделі і перед нею з лівого боку поставлений рефлектор (білий матовий), трохи нахилений вгору для підсвічування тіней. Ефект підсвічування відображається у появі нижніх світлотіней (під підборіддям і волоссям), проте світлотінь під носом проявляється слабкіше. Моделювання світлотіні на обличчі залишається хорошим. Такий екран є обов'язковим елементом основного освітлювального обладнання при роботі з одиночним джерелом світла в портретній фотозйомці і вимагає мінімуму часу для встановлення.

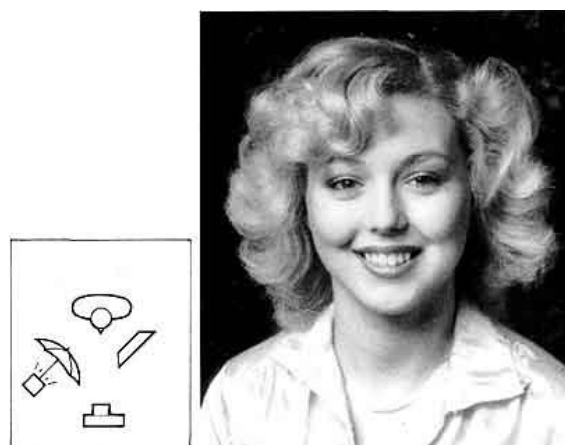


Рис. 7.5. Схеми освітлення із світловідбиваючою парасолькою під кутом  $45^\circ$  та відбиваючого екрану



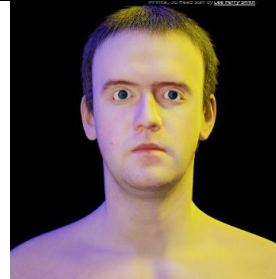




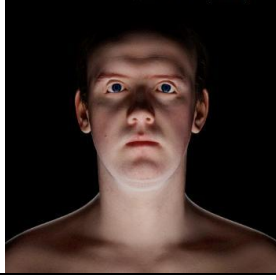

### Мета роботи:

Ознайомитись із особливостями створення портретної фотографії за типовими схемами освітлення. Визначити основні параметри моделювання схеми студійного освітлення для створення портретної фотографії.




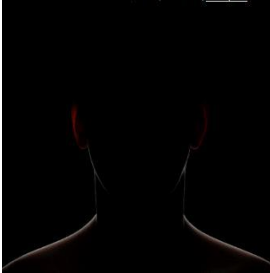

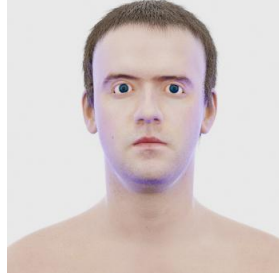
### Хід роботи:

1. Для виконання практичної потрібно у межах групи (3 або 4 особи) здійснити моделювання процесу фотозйомки портрету (наприклад, за допомогою програмного симулятора «*Virtual Lighting Studio*») із моделюванням (підбором) схеми освітлення згідно завдання (табл. 7.1).

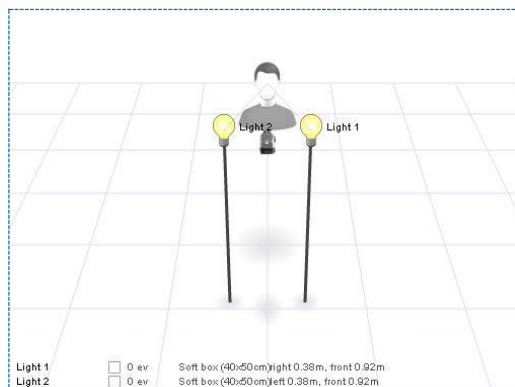
Таблиця 7.1 — Варіанти завдань для моделювання схем освітлення

№	Опис завдання	Схеми освітлення		
		Одиничне джерело	Подвійне джерело	Складне (три джерела, різні кольорні температури та відтінки)
1	2	3	4	5
1	Встановити розташування джерел освітлення та їх характеристики (кут, точку, відтінок)			
2	Встановити розташування джерел освітлення та їх характеристики (кут, точку, відтінок)			
3	Встановити розташування джерел освітлення та їх характеристики (кут, точку, відтінок)			

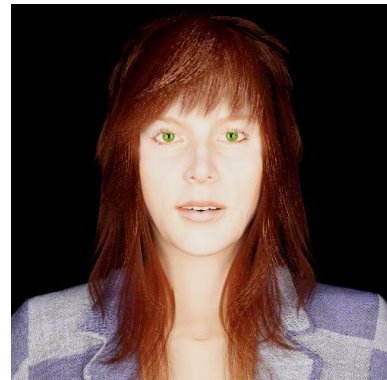
### Закінчення таблиці 7.1

1	2	3	4	5
4	Встановити розташування джерел освітлення та їх характеристики (кут, точку, відтінок)			
5	Встановити розташування джерел освітлення та їх характеристики (кут, точку, відтінок)			

2. Процес моделювання схем освітлення повинен супроводжуватися пошуком необхідної схеми розташування джерел освітлення (рис.7.6).



а



б

Рис. 7.6. Приклад моделювання схеми освітлення із подвійним джерелом освітлення в програмному симуляторі «Virtual Lighting Studio»:

а — схема освітлення; б — фотографія портрету отримана за вказаною схемою освітлення

3. За портретними фотографіями створеними при застосуванні різних схем освітлення одиничним джерелом, проводиться аналіз передачі світлотіні на об'єкті фотозйомки у вигляді висновку.

4. Результати роботи та проміжні дані заносяться в протокол.
5. Оцінювання протоколу здійснюється за виконаною роботою та додатковими теоретичними питаннями.

### **Звітність:**

Скласти письмовий звіт, в якому:

1. Описати порядок і методику виконання роботи.
2. У висновку навести результати моделювання схем освітлення за завданням. Також потрібно проаналізувати вплив різних параметрів моделювання на схему студійного освітлення та якість портретної фотографії.

### **Контрольні завдання:**

1. Охарактеризувати основні параметри для моделювання схеми освітлення портретної фотографії.
2. За якими видами поділяється портретна фотографія за стилістикою фотознімку.
3. Охарактеризувати основні схеми одиничного освітлення при портретній фотозйомці.

## **4.8. Комп'ютерний практикум № 8**

**Тема:** Визначення режимів роботи цифрової фотокамери та величини дисторсії об'єктиву

### **Теоретичні відомості:**

Для визначення оптимальних режимів настройки параметрів ЦФК слід перш за все орієнтуватися на величину видержки. Оскільки невірно підібрана величина видержки може змарнувати всі попередні настройки



параметрів ЦФК. Так, на величину видержки при денній фотозйомці у природних умовах освітлення впливає світлочутливість ЦФК, сюжет фотозйомки, стан погоди, величина діафрагми, пора дня і року тощо.

Є три способи визначення величини видержки: розрахунок видержки на основі табличних даних, застосування оптичного та фотоелектричного експонометра.

Іноді виникають ситуації, коли потрібно приблизно визначити необхідну експозицію, а експонометр відсутній. У цьому випадку можна скористатися розрахунковим способом із використанням таблиць (табл.8.1-8.5). Безумовно це не найкращий спосіб розрахунку експозиції, але завдяки табличним даним, можна легко зрозуміти вплив різних факторів на величину експозиційних параметрів і надалі потрапивши в нестандартну ситуацію вводити відповідні коригування.

Таблиця 8.1. — Розрахункова таблиця для визначення видержки у природних умовах за світлочутливістю та діафрагмою

№	Світлочутливість		Діафрагма	
	ISO	Умовне число	Відносний отвір	Умовне число
1	65	8	1,4	0
2	100	7	2	2
3	125	6	2,8	4
4	200	5	4	6
5	250	4	5,6	8
6	400	3	8	10
7	500	2	11	12
8	750	1	16	14
9	1000	0	22	16

Таблиця 8.2. — Розрахункова таблиця для визначення видержки  
у природних умовах за місяцем/часом

Місяць/час			12	11	10	9	8	7	6
		13	14	15	16	17	18	19	20
Січень	Грудень	4	5	6	9	—	—	—	—
Лютий	Листопад	3	4	4	5	9	—	—	—
Березень	Жовтень	2	2	3	4	5	8	—	—
Квітень	Вересень	1	1	2	2	3	5	8	—
Травень	Серпень	1	1	1	1	2	4	6	8
Червень	Липень	0	0	0	1	2	3	4	7

Згідно табл.8.1-8.5 Обирають один із підходящих ознак за якими сумують відповідні бали, причому загальна сума балів вказує на оптимальну видержку.

Таблиця 8.3. — Розрахункова таблиця  
для визначення видержки у природних умовах за погодою

№	Освітлення	Умовне число
1	Сонце, білі хмари	0
2	Сонце, безхмарно	1
3	Сонце, легкі хмари	2
4	Сонце, густі хмари	3
5	Хмарно	4
6	Грозові хмари	6

Таблиця 8.4. — Розрахункова таблиця для визначення видержки  
у природних умовах за об'єктом фотозйомки

№	Сюжет	Умовне число
1	Світлі хмари	0
2	Темні грозові хмари	1
3	Море, озеро, сніг, степ з переднім планом	2
4	Море, озеро, сніг, степ без переднього плану	4
5	Пейзаж без переднього плану	4
6	Пейзаж зі світлим переднім планом	6
7	Пейзаж з темними предметами на передньому плані	8
8	Морський берег, відкрите поле	2
9	Площі, широкі вулиці, стадіони	5
10	Вузькі вулиці	8
11	Архітектура. Світлі будинки, білі пам'ятники	4
12	Архітектура. Темні будівлі, темні пам'ятники	8
13	Побутові сцени просто неба	8
14	Портрети групові та одиничні просто неба	9
15	Портрети групові та одиничні на фоні дерев	10
16	Портрети групові та одиничні в лісі	12
17	Портрет у кімнаті біля вікна	14
18	Портрет у кімнаті на відстані 1 м від вікна	16
19	Портрет у кімнаті на відстані 2 м від вікна	18
20	Всередині світлого приміщення	20
21	Всередині темного приміщення	26

Таблиця 8.5. — Підсумкова таблиця для розрахунку видержки

№	Сума умовних чисел	Видержка	Сума умовних чисел	Видержка
1	24	1/1000	38	1/8
2	26	1/500	40	1/4
3	28	1/250	42	1/2
4	30	1/125	44	1
5	32	1/60	46	2
6	34	1/30	48	4
7	36	1/15	50	8

Крім оптимальних налаштувань експозиції при фотографуванні архітектурних, пейзажних сюжетів та особливо портретної фотографії потрібно враховувати, що невелике значення діафрагмового числа, особливо при фотозйомці інтер'єрів та крупних портретних фотографій, може сприяти появі значних спотворень перспективи на фотографії. Як наслідок з'являються аберації, які зазвичай відповідають бочкоподібній, або подушкоподібній дисторсії.

Тому оцінка дисторсії об'єктиву ЦФК, а також застосування спеціального програмного забезпечення для її усунення є доволі важливими. Причому саму оцінку величини дисторсії для конкретного об'єктиву можна здійснювати за допомогою нескладної тестової форми (рис.8.1).

Стандартне вимірювання та розрахунок дисторсії об'єктивів згідно фотометрії проводиться за допомогою геодезичних координатних точок тестової форми еталону та фотознімку із розрахунком рівняння колінеарності. Дана методика дозволяє визначити величину відхилень дисторсії і здійснити калібрування фотознімку (оптичної системи).

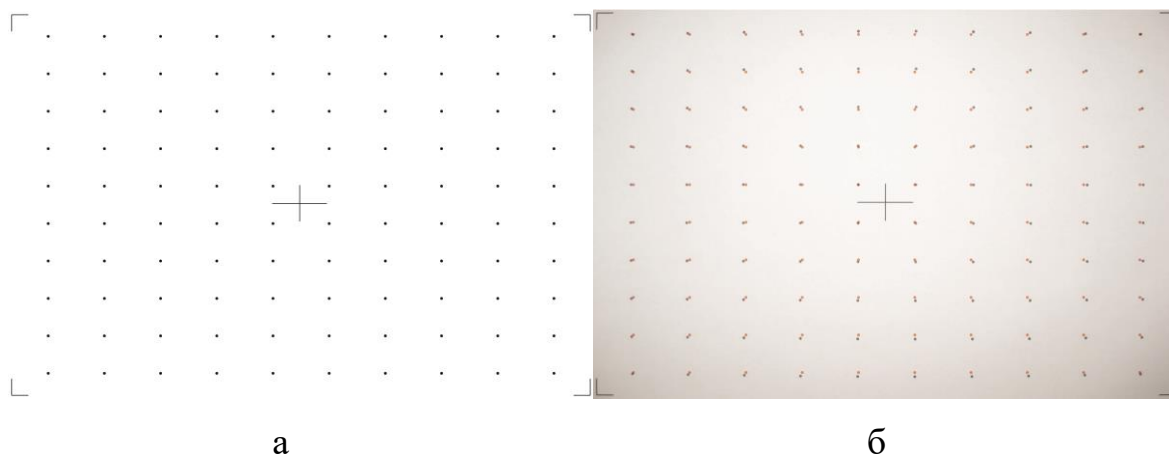


Рис. 8.1. Тестова форма для визначення дисторсії об'єктиву:  
а – координатна сітка еталонної тестової форми; б - порівняння координат еталонної та сфотографованої тестової форм

Більш простішим способом, що дозволяє лише проаналізувати рівень спотворень дисторсії у площині фотознімку, є розрахунок сумарного відхилення (мм) по координатам  $x_u$  для певної кількості точок на площині фотографії (рис. 8.2).

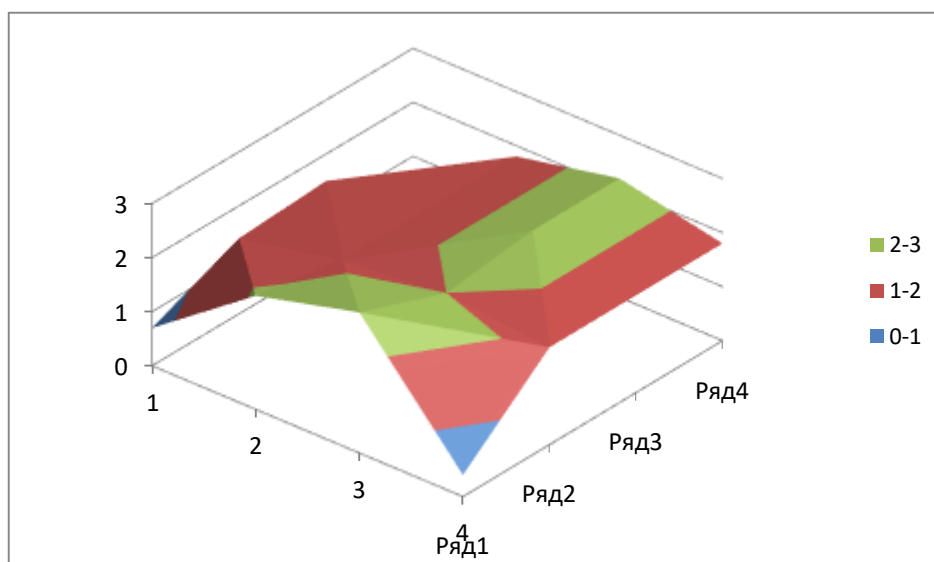


Рис. 8.2. Зразок об'ємного графіку, що описує сумарне відхилення координат контрольованих точок на площині фотографії

### **Мета роботи:**

Ознайомитись із особливостями табличного розрахунку величини видержки для оптимально фотозйомки ЦФК у природних умовах освітлення. Ознайомитися із методикою визначення дисторсії об'єктивів різних ЦВК та їхній вплив на якість фотознімку при невеликих значеннях діафрагми.

### **Хід роботи:**

1. На першому етапі потрібно за обраними 2-3 ЦФК здійснити аналіз величини дисторсії об'єктивів, що виникають на фотознімку. Для отримання тестових фотознімків для різних ЦФК необхідно застосувати спеціальну тестову форму (рис.8.1, а). Причому режими фотозйомки тестової форми наступні: автоматичні налаштування, найбільший відносний отвір діафрагми (найбільше діафрагмове число), ISO 100, максимальний формат і якість (роздільна здатність), за можливістю потрібно застосувати вбудований фотоспалах.

2. Для аналізу та оцінки дисторсії фотознімків застосовують програмне забезпечення *Adobe Photoshop* та *Illustrator*, для візуалізації спотворень – *Microsoft Excel*. Так, за допомогою інструменту *Transform (Edit/Transform Path/Skew)* програмного пакету *Adobe Photoshop* необхідно виправити перспективні спотворення фотознімку за контрольними мітками (4-ри бічні та 1-на центральна). Вирівнювання відбувається за електронною версією тестової форми.

3. За допомогою програмного пакету *Adobe Illustrator* та електронної версії тестової форми із відомими координатами контрольованих точок, необхідно визначити координати контрольованих точок на фотознімку. Причому аналізуються 16-ть точок зі 100 (рис. 8.3). Координати записуються із діалогового вікна *Transform (Window/Transform: X та Y)*. Отримані дані заносяться у табл. 8.6.

Таблиця 8.6. — Координати контрольованих точок на тестовій формі

№ контр. точки	Точка 1		Точка 2		Точка 3		Точка 4	
Координати еталону	X=26,5	Y=20	X=107,5	Y=20	X=188,5	Y=20	X=269,5	Y=20
Координати фотознімку								
№ контр. точки	Точка 5		Точка 6		Точка 7		Точка 8	
Координати еталону	X=26,5	Y=74	X=107,5	Y=74	X=188,5	Y=74	X=269,5	Y=74
Координати фотознімку								
№ контр. точки	Точка 9		Точка 10		Точка 11		Точка 12	
Координати еталону	X=26,5	Y=128	X=107,5	Y=128	X=188,5	Y=128	X=269,5	Y=128
Координати фотознімку								
№ контр. точки	Точка 13		Точка 14		Точка 15		Точка 16	
Координати еталону	X=26,5	Y=182	X=107,5	Y=182	X=188,5	Y=182	X=269,5	Y=182
Координати фотознімку								

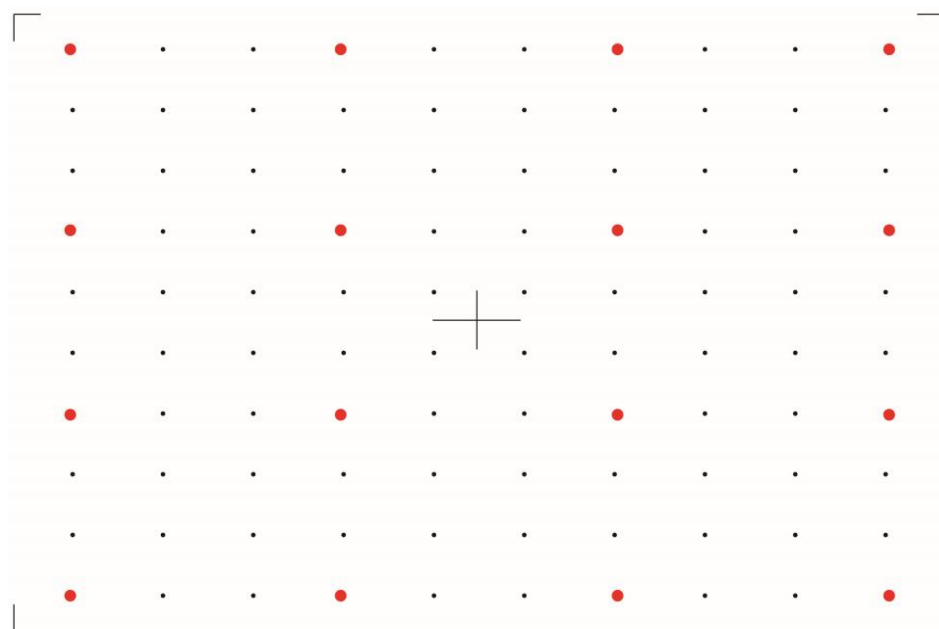


Рис. 8.3. Контрольовані точки на тестовій формі  
для визначення дисторсії об'єктиву

4. Згідно координат тестової форми еталону та фотознімку розраховується зміщення координати по X та Y (мм). Величина спотворення по X та Y для всіх окремих 16-ти контрольованих точок додається та записується у табл. 8.7, як сумарна величина зміщення за координатами XY.

Таблиця 8.7. — Координати контрольованих точок на тестовій формі

№ контр. точки	Точка 1		Точка 2		Точка 3		Точка 4	
Величина зміщення, мм								
Сума зміщення за координатами XY								
№ контр. точки	Точка 5		Точка 6		Точка 7		Точка 8	
Величина зміщення, мм								
Сума зміщення за координатами XY								
№ контр. точки	Точка 9		Точка 10		Точка 11		Точка 12	
Величина зміщення, мм								
Сума зміщення за координатами XY								
№ контр. точки	Точка 13		Точка 14		Точка 15		Точка 16	
Величина зміщення, мм								
Сума зміщення за координатами XY								

5. За сумарною величиною зміщення координат контрольованих точок на тестовій формі будують об'ємний графік, що описує сумарне відхилення координат контрольованих точок на площині фотографії (рис. 7.2). Даний графік можна побудувати за допомогою команди «Діаграмми» (Вставка/ Діаграмми/ Поверхність/ Поверхність) програмного забезпечення Microsoft Excel.



6. На другому етапі обираються три фотографії пейзажу, або архітектури із відомими параметрами, згідно табл. 7.1-7.4. Згідно відомих даних розраховується показник оптимальної видержки для кожної фотографії (табл. 7.5). Розраховане табличним способом та реальне значення видержки порівнюється. На основі порівняння вказується причини невідповідності (умови природного освітлення та режими фотозйомки ЦФК).

### **Звітність:**

Скласти письмовий звіт, в якому:

1. Описати порядок і методику виконання роботи.
2. У висновку навести результати аналізу дисторсії об'єтивів досліджуваних ЦФК. Також потрібно проаналізувати вплив умов природного освітлення та режимів роботи ЦФК на величину видержки для різних жанрів фотографії (архітектура та пейзаж).

### **Контрольні запитання:**

1. Поясніть термін табличний розрахунок експозиції.
2. Поясніть термін дисторсія об'єктиву та вкажіть її вплив на якість фотознімку.
3. Вкажіть методику визначення оптимальної експозиції (видержки).
4. Охарактеризуйте існуючі методики визначення дисторсії об'єктиву ЦФК.

## 4.9. Комп'ютерний практикум № 9

**Тема:** Визначення колірної охоплення та побудова профілю для цифрової фотокамери при різних умовах фотозйомки

### Теоретичні відомості:

Тестова шкала «X-Rite Munsell ColorChecker» призначена для оцінки та узгодження кольорів фотографії на всьому видимому діапазоні з колірними відтінками реальних об'єктів. Колірні шкали «X-Rite ColorChecker» є найбільш поширеними зразками еталону для зіставлення та аналізу кольорних відмінностей і застосовуються як у фотографії, так і в поліграфії.

Стандартна версія «X-Rite ColorChecker» має формат А4 та складається із набіру 24-х кольорових полів в широкому спектрі. Крім головних відтінків кольору дана шкала містить у собі кольори натуральних об'єктів, таких як небо (блакитні кольори), шкіра (світла і чорна), листя і т.д. Наявний набір складений таким чином, щоб з його допомогою можна було відкоригувати колірну складову видимого діапазону в чіткому узгодженні з кольором реальних об'єктів. Тому незалежно від діапазону зовнішнього освітлення, колірні шкали «X-Rite ColorChecker» забезпечують чіткий контроль над природними кольорами, що дуже принципово при фотозйомці і майбутньою обробкою зображень.

Перед застосуванням тестової шкали, також необхідно оцінювати умови освітлення, що досягається вибором стандартних налаштувань балансу білого, або створення власних налаштувань. Налаштування «баланс білого» — це режим роботи ЦФК, що дозволяє налаштовувати кольори зображення під умови освітлення фотозйомки. Освітлення за замовчуванням — денне світло. Ранкове світло зазвичай має більш холодний відтінок (що

передається на фотографії холодними відтінками кольорів), а вечірнє світло — більш тепле (захід сонця із помаранчевим відтінком). Якщо взяти за основу білий колір, то він буде щоразу різним в умовах різного освітлення.

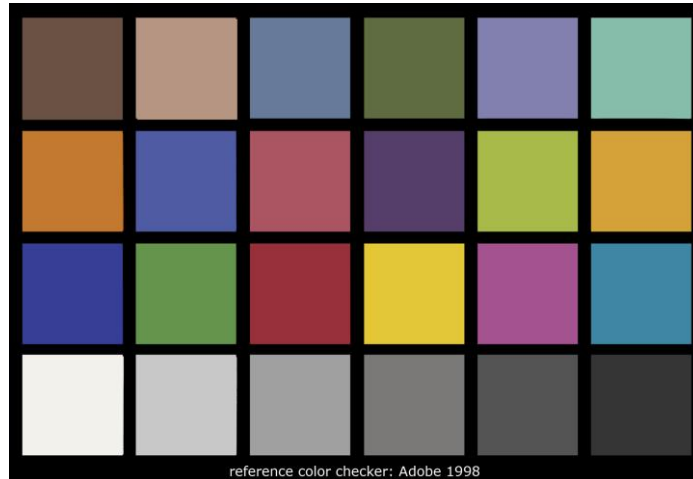


Рис. 9.1. Тестова шкала «X-Rite ColorChecker»  
для калібрування і профілювання ЦФК

При освітленні лампами розжарювання (класичні лампи), на фотографії помітна помаранчевий відтінок. При флуоресцентному освітленні (неонові лампи), переважаючий колірний тон — зеленуватий. Щоб вирішити дану проблему і отримати реальні кольори на фотографії, треба оцінити і скорегувати настройку «балансу білого».



Рис.9.2. Тестова шкала «X-Rite ColorChecker Grayscale»  
для настройки балансу білого в ЦФК

Налаштування режиму «балансу білого» в сучасному ЦФК може здійснюватися різними способами:

— фотозйомка у форматі RAW дозволяє встановлювати «баланс білого» на комп'ютері. У цьому випадку встановлення «балансу білого» на ЦФК потрібна лише для правильного відображення прев'ю на екрані оптичного видошукача після фотозйомки, або при роботі електронного РК-видошукача.

— у більшості випадків в ЦФК за допомогою спеціальної кнопки або меню можливо встановлювати вручну тип освітлення кадру — сонце, денне світло, блакитне (тінь) і хмарне небо, люмінесцентна лампа, лампа розжарювання з вольфрамовою ниткою, фотоспалах і т. д. Причому ЦФК у цьому випадку робить поправку на відповідну колірну температуру.

— застосування користувачького режиму кольорокорекції за спеціальним тестовим нейтрально-сірим аркушем (рис.2), вимагає деякого часу і погіршує оперативність фотозйомки, але результати зазвичай виходять найкращі. У цьому режимі фотограф розміщує поруч із об'єктом фотозйомки лист сірого паперу і, перш ніж почати власне фотозйомку, калібрує камеру з цього аркушу.

— застосування користувачького режиму кольорокорекції за звичайним білим аркушем паперу, що зазвичай не дає ідеального результату, тому що при виробництві паперу для відбілювання використовуються різні барвники і пігменти. У випадку ж із сірим папером виробник може гарантувати, що це поєднання тільки чорного і білого кольорів.

— деякі професійні ЦФК дозволяють задати джерело освітлення безпосередньо в градусах Кельвіна, що доволі зручно при студійній фотозйомці, коли колірна температура освітлювальних приладів заздалегідь відома з їх паспортів, або може бути виміряна колориметром.

— автоматичний баланс білого, що припускає умову усередненого фотокадру, який є нейтральним за кольором, а найяскравіші його фрагменти мають нейтрально-білий колір, причому всі інші кольори коректуються щодо них. Для корекції в цифровій технології досить змінити коефіцієнти підсилення в потрібних колірних каналах. Якщо, наприклад при фотозйомці із освітленням ламп розжарювання, недостатньо синього відтінку, можна підвищити коефіцієнт посилення синього каналу, що дозволяє забезпечити відтінки кольору подібні на кольори отримані при денному освітленні. Подібний алгоритм працює лише в обмеженому діапазоні колірних температур, але у складних умовах, коли яскравий колір не є білим, кадр має спотворену передачу кольору.

### **Мета роботи:**

Ознайомитись із існуючими режимами налаштування «балансу білого» в ЦФК та визначити вплив різних режимів на точність кольоровітворення у цифрових фотографіях.

### **Хід роботи:**

1. Для роботи обираються два і більше ЦФК. У якості тестової форми для оцінки колірних спотворень обирається електронний файл тестової мішені «X-Rite ColorChecker» (фотозйомка екрану каліброваного монітору), або надрукований (калібрований кольоровий принтер) її варіант із відомими колориметричними характеристиками (координатами кольору за всіма 24-ма полями). Професійний комерційний варіант тестової мішені «X-Rite ColorChecker», що надрукований із стабілізованими колориметричними характеристиками має чітко визначені еталонні значення координат кольорів у колірних системах sRGB та CIE Lab (табл. 1 і рис. 3).

Таблиця 9.1 — Еталонні значення кольорів для тестової мішені «X-Rite ColorChecker»

№	Назва кольору (оптична густина)	Колірна система sRGB			Колірна система CIE L*a*b*		
		R	G	B	L*	a*	b*
1	dark skin	115	82	68	37,986	13,555	14,059
2	light skin	194	150	130	65,711	18,13	17,81
3	blue sky	98	122	157	49,927	-4,88	-21,925
4	foliage	87	108	67	43,139	-13,095	21,905
5	blue flower	133	128	177	55,112	8,844	-25,399
6	bluish green	103	189	170	70,719	-33,397	-0,199
7	orange	214	126	44	62,661	36,067	57,096
8	purplish blue	80	91	166	40,02	10,41	-45,964
9	moderate red	193	90	99	51,124	48,239	16,248
10	purple	94	60	108	30,325	22,976	-21,587
11	yellow green	157	188	64	72,532	-23,709	57,255
12	orange yellow	224	163	46	71,941	19,363	67,857
13	blue	56	61	150	28,778	14,179	-50,297
14	green	70	148	73	55,261	-38,342	31,37
15	red	175	54	60	42,101	53,378	28,19
16	yellow	231	199	31	81,733	4,039	79,819
17	magenta	187	86	149	51,935	49,986	-14,574
18	cyan	8	133	161	51,038	-28,631	-28,638
19	white (0,05)	243	243	242	96,539	-0,425	1,186
20	neutral (0,23)	200	200	200	81,257	-0,638	-0,335
21	neutral (0,44)	160	160	160	66,766	-0,734	-0,504
22	neutral (0,7)	122	122	121	50,867	-0,153	-0,27
23	neutral (1,05)	85	85	85	35,656	-0,421	-1,231
24	black (1,05)	52	52	52	20,461	-0,079	-0,973

2. Умови та режими калібрування ЦФК: світлочутливість ISO100, фіксоване (найменше) значення фокусної відстані, відсутній фотоспалах (із застосуванням штативу), діафрагма та видержка автоматичні, авто фокусування.

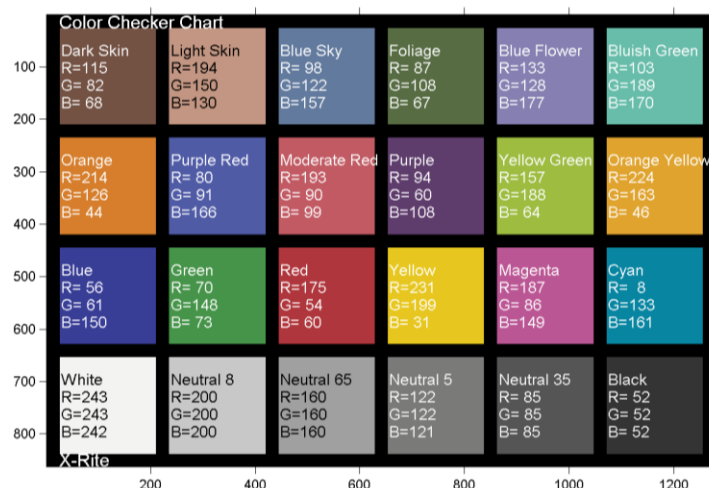


Рис.9.3. Тестова шкала «X-Rite ColorChecker»  
із координатами кольору системи sRGB

3. Фотозйомку тестової мішені «X-Rite ColorChecker» необхідно проводити спочатку для існуючих автоматичних режимів балансу білого (сонце, хмарність, лампи розжарювання, люмінесцентна лампа, фотоспалах). Отримані три фотознімки тестової мішені «X-Rite ColorChecker» для різних ЦФК аналізуються у програмному пакеті Adobe Photoshop із визначенням координат кольору у системі CIE Lab для кожного поля. Отримані дані заносяться у табл. 9.2.

Таблиця 9.2 — Виміряні значення тестової мішені «X-Rite ColorChecker» для різних ЦФК

Марка ЦФК	Тестові поля	Координати кольору CIE Lab					
Режим «балансу білого»:							
	1-6	L=	L=	L=	L=	L=	L=
		a=	a=	a=	a=	a=	a=
		b=	b=	b=	b=	b=	b=
	7-12	L=	L=	L=	L=	L=	L=
		a=	a=	a=	a=	a=	a=
		b=	b=	b=	b=	b=	b=
	13-18	L=	L=	L=	L=	L=	L=
		a=	a=	a=	a=	a=	a=
		b=	b=	b=	b=	b=	b=
	19-24	L=	L=	L=	L=	L=	L=
		a=	a=	a=	a=	a=	a=
		b=	b=	b=	b=	b=	b=

4. Також, необхідно застосувати користувацького режим кольорокорекції (користувацький «баланс білого») за звичайним білим аркушем паперу для умов освітлення при яких здійснюватиметься фотозйомка тестової мішені «X-Rite ColorChecker». Після встановлення користувацького режиму «балансу білого» необхідно провести ще одну серію фотозйомки для різних ЦФК. Дані заносяться знову в табл. 9.2.

5. За даними табл. 9.1-2 здійснюється розрахунок показника колірних спотворень  $\Delta E$ . Причому для всіх трьох режимів балансу білого кожного ЦФК будується графік зміни величини колірних. Графік будується у програмному пакеті Microsoft Excel у вигляді об'ємної стовпчастої діаграми (рис. 9.4). За побудованими стовпчастими діаграмами відбувається порівняння рівня колірних спотворень, як у межах одного ЦФК і його режимів «балансу білого», так і у межах різних ЦФК.

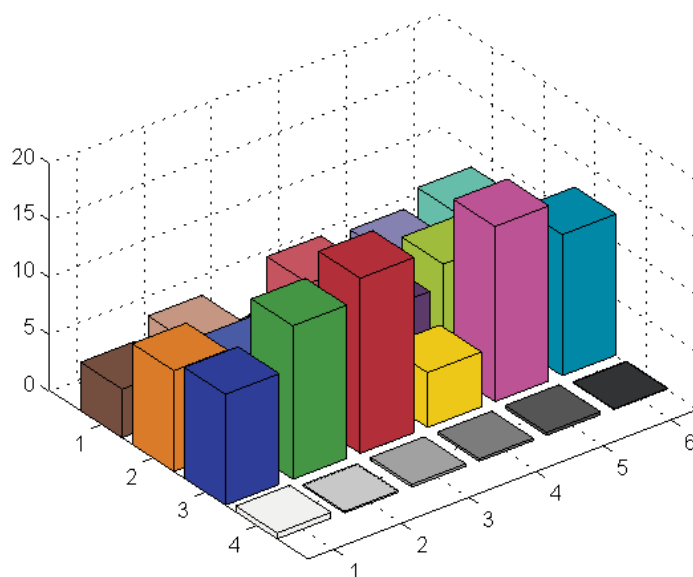


Рис.9.4. Стовпчаста діаграма для аналізу колірних спотворень ЦФК при певному режимі «балансу білого»

6. Результати роботи та проміжні дані заносяться в протокол.

7. Оцінювання протоколу здійснюється за виконаною роботою та додатковими теоретичними питаннями.



**Звітність:**

Скласти письмовий звіт, в якому:

1. Описати порядок і методику виконання роботи.
2. У висновку навести результати аналізу колірних спотворень ЦФК при різних режимах «балансу білого».

**Контрольні завдання:**

1. Поясніть терміни «баланс білого» та «колірна температура».
2. Охарактеризуйте та вкажіть призначення тестової мішені «X-Rite ColorChecker».
3. Вкажіть та охарактеризуйте за якими способами може здійснюватися налаштування режиму «балансу білого» в сучасних ЦФК.
4. Назвіть за яким показником оцінюють точність кольоровідтворення ЦФК
5. Охарактеризуйте та вкажіть призначення тестової мішені «X-Rite ColorChecker Grayscale».

**4.10. Комп'ютерний практикум № 10**

**Тема:** Вивчення якості оптичної системи цифрових фотокамер та різновидів аберацій на фотографіях

**Теоретичні відомості:**

Об'єктиви сучасних ЦФК володіють цілим переліком можливих недоліків, а також можуть бути порівняні між собою за параметрами якості: роздільна здатність, різкість, контрастність, функція передачі модуляції (ФПМ), глибина різкості (ГРЗП) та ін.

Недоліки оптичних систем. Дефекти цифрового зображення, що пов'язані із недостатньою чіткістю та непропорційними геометричними розмірами є характерними для більшості оптичних систем і зумовлені низкою оптичних недоліків, що носять загальну назву аберації.

*Аберація* — це недолік або похибка зображення, що формується об'єктивом на матриці ЦФК. До цих недоліків відносяться: 1) сферична аберація; 2) хроматична аберація; 3) дисторсія; 4) астигматизм (астигматична нерівність поля); 5) кома; 6) віньєтування; 7) бек і фронт фокус.

*Сферичні аберації* виникають через те, що лінза сферичної форми заломлює світло падаюче на неї біля краю сильніше, ніж світло, яке потрапляє по центру або недалеко від нього. В результаті зображення перестає бути сфокусованим в одній точці, тобто буде мати достатньо однорідний ореол. Ефект виявляється і в центрі, і по краях зображення. Відмінною особливістю сферичних аберацій є те, що їх кількість знижується на закритих діафрагмах, коли кінчики лінзи заблоковані (звужуючи отвір діафрагми, закриваються кінчики об'єктиву, тому і не приймають участі у формуванні зображення на матриці ЦФК).

Повздовжні хроматичні аберації у сучасних об'єктивах в значній мірі вже не виникають. Натомість бічні хроматичні аберації є доволі поширеними, причому вони абсолютно не впливають на центр зображення, але проявляються в міру віддалення від центру кадру. Фіолетові ореоли найчастіше з'являються в областях високого контрасту (зазвичай темного об'єкта на світлому фоні); присутність бічної хроматичної аберації робить зображення нерізким по краях кадру, навіть якщо фіолетові ореоли не помітні.

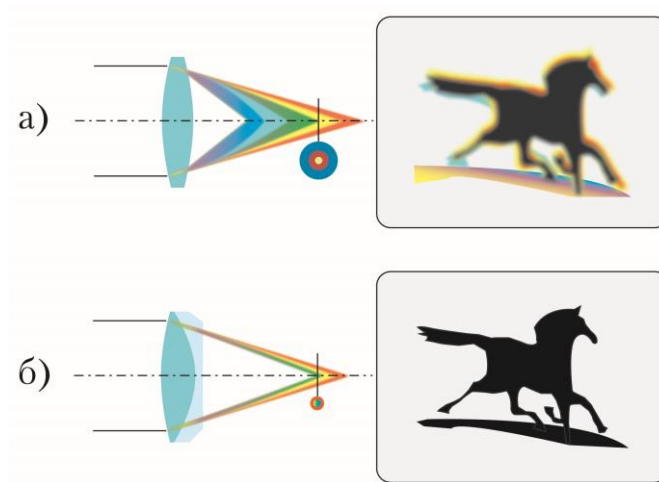


Рис.10.1. Хроматична аберація:

а — зображення із хроматичною аберацією,  
 б — зображення без хроматичної аберації

*Дисторсія* — геометричне спотворення прямих ліній. Найбільш поширеними видами дисторсії є подушкоподібна і бочкоподібна, також існує так звана «дисторсія у вигляді укусів». Якщо прямі стали увігнутими — це подушкоподібні, якщо опуклими - бочкоподібна.

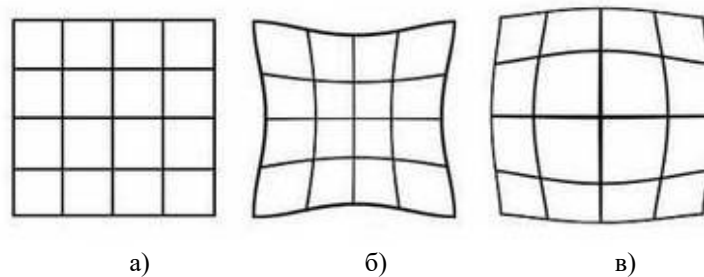


Рис. 10.2. Різновиди дисторсії зображення:

а — відсутність дисторсії;  
 б — подушкоподібна дисторсія;  
 в — діжкоподібна дисторсія

*Астигматична нерівність поля*, вигнуті поверхні лінз не здатні точно (рівно) спроектувати зображення на плоску матрицю — формоване

лінзами «поле зображення» розташовується на вигнутій поверхні, причому нерівність (кривизна) поля впливає на границі зображення, а не на його центр.

*Кома* — складна аберація, яка впливає тільки на промені світла, які проходять крізь об'єктив під кутом. При виникненні коми на об'єктиві, промені не сходяться в чітку точку, у них з'являється «хвіст»; тобто, де повинна бути чітка точка, з'являється комета з розмитим хвостом — звідси і назва. Зазвичай розмитість спрямована від центра зображення (позитивна/позитивна кома), але в деяких випадках вона може бути направлена і до центру (негативна/негативна кома). Кома асиметрична: чим далі від центру зображення, тим помітніше ефект.

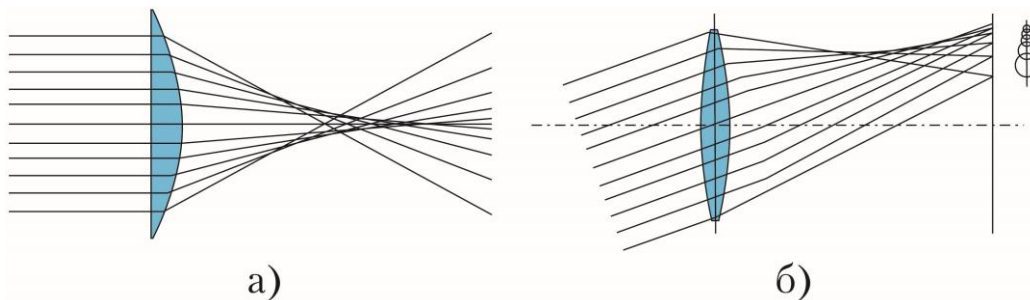


Рис.10.3. Дефекти фотооб'єктивів: а — сферична аберація; б — кома

*Віньєтування* — дефект фотографії, що виявляється в падінні освітленості зображення від центру до країв кадру. Основна і найголовніша причина виникнення цього дефекту — обмеження світлового пучка різними елементами, що входять у конструкцію об'єктиву. Для зменшення віньєтування потрібно збільшити значення діафрагми. Якщо використовується об'єктив із змінною фокусною відстанню, то при максимальному збільшенні об'єкту фотографування, також можуть з'явитися затемнені крайні ділянки на фотографії.

*Поняття бек-фокус* (від англ. «back-focus») означає, що при наведенні на точку фокусування об'єктив не здійснив оптимальне наведення на різкість тому —глибина різкості (ГРЗП) змістилася назад.

При *фронт-фокусі* (від англ. «front-focus») відповідно зміщення відбулося вперед, тобто ГРЗП змістилася вперед.

*Роздільна здатність (РЗ) ЦФК* — параметр який вказує скільки дрібних деталей можливо відтворити на цифровій фотографії. Роздільна здатність ЦФК дуже суттєво залежить від якості застосованого об'єктиву. Для візуального визначення РЗ ЦФК застосовують спеціальні міри — смужки із декількох десятків почергово розташованих чорного-білих ліній, що поступово звужуються (рис. 10.4).

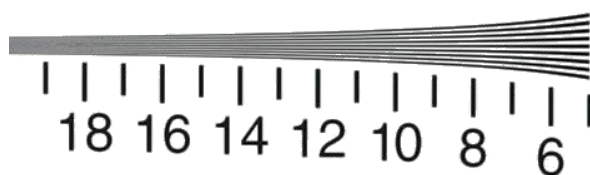


Рис. 10. 4. Міра для визначення РЗ

Однак візуальний метод характеризується низькою точністю, так для різних спостерігачів величина РЗ може відрізнитися до 40 %. Наприклад, згідно рис. 1. розрізнити лінії можна починаючи від позначки 10 до 14, що відповідатиме РЗ на рівні 2000...2800 ліній/висоту кадру (враховуються і чорні і білі лінії). Для плівкових фотокамер та дзеркальних ЦФК прийнято позначати РЗ в парах ліній/мм (pl./mm).

Функція передачі модуляції (ФПМ) або контрасту дає набагато більш глибоке та об'єктивне уявлення щодо РЗ:

$$M = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_{\max} + I_{\min}},$$

де  $I_{\max}$  і  $I_{\min}$  — максимальна і мінімальна інтенсивність світла відповідно.

При порівнянні серії зображень, отриманих однією камерою, наприклад на першому кадрі одна чорна смуга, на другому дві, на третьому

шість і так далі. Лінії, починаючи з певної їх кількості, на знімках почнуть зливатися, і, врешті-решт, зіллються повністю, досягши нульового контрасту (рис.10.5).



Рис. 10.5. Серія тестових полів із різною просторовою частотою ліній

Залежність контрасту від просторової частоти ліній фактично може бути виражена функцією передачі модуляції (ФПМ). Отже, при збільшенні просторової частоти контраст зображення знижується від одиниці до нуля. Просторова частота може бути вираженою в циклах на піксель, тобто за цикл обирається одна темна і одна світла лінія (наприклад, 32 лінії (рис. 10.5) володіють просторовою частотою рівною 0,2 циклів на піксель — ділимо 32 лінії на довжину фрагменту в пікселях 160).

Зазвичай лінії «не розрізняються» при значенні контрасту 0,15. Також, показник MTF містить набагато більше інформації про РЗ, ніж просто кількість ліній (рис. 10.6).

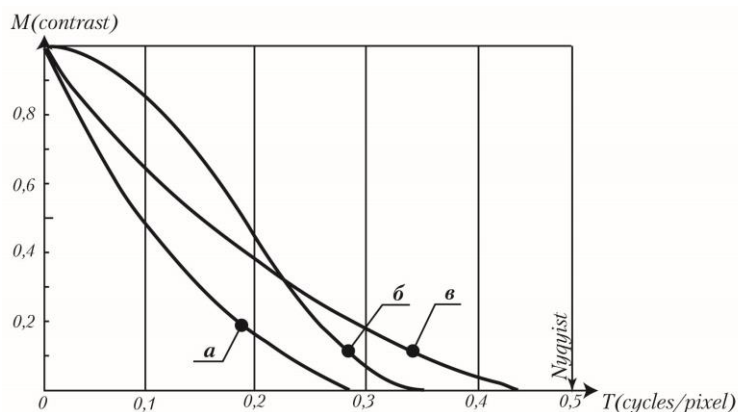


Рис. 10.6. Залежність  $M(T)$  для показника ФПМ від показника просторової частоти (показник Найквіста): а — низька точність об'єктиву; б — середня точність (нестабільна) точність об'єктиву; в — висока точність об'єктиву

Перша крива рис.10.6, а вказує на те, що контраст швидко падає при збільшенні просторової частоти. Друга крива рис.10.6, б — контраст забезпечується у допустимих межах для невисоких частот, але передається гірше ніж для кривої рис.6, в — для високих частот. В останньому (рис.10.6, в) випадку РЗ буде кращою. Частота Ніквіста, завжди відповідає 0.5 циклів на піксель (два пікселі на одну білу та одну чорну лінію) — це частота, вище якої залежність  $M(T)$  розглядати не потрібно. Окремо розглядають просторову частоту при контрасті 0,5, цю важливу величину в зарубіжній літературі позначають «MTF50». Так, згідно рис.10.6, а, показник «MTF50» приблизно дорівнює 0,1 циклів на піксель.

Існує декілька способів побудови «MTF», один з них заснований на аналізі знімка та тест об'єктів із чорними та світлими лініями обраної частоти, що розміщені під кутом (згідно стандарту ISO 12233). Даний підхід, на відміну від інших, вимагає мінімум кроків, і базується на аналізі фрагментів цифрового зображення.

**Мета:** ознайомитись із можливими дефектами оптичних схем об'єтивів сучасних ЦФК та методиками визначення РЗ, ФПМ і контрасту для порівняння існуючих об'єтивів.

### **Хід роботи:**

1. Для порівняння обираються два і більше ЦФК (або один ЦФК і декілька об'єтивів до нього). В настройках ЦВК для фотозйомки встановлюється режим «із пріоритетом діафрагми», встановлюється конкретне число діафрагми (найменше), а значення видержки вибирається ЦФК автоматично. Якщо функція зміни діафрагми не доступна встановлюється автоматичний режим роботи ЦФК.

2. За допомогою штатива ЦФК фіксується на рівні тестової шкали (test chart «ISO 12233 Photography»), фокусна відстань та відстань підбираються таким чином, щоб для тестових ЦФК даний параметр був однаковий. Також необхідно, щоб тестовий зразок був закріплений на плоскій поверхні, гарно освітлювався і повністю займав кадр ЦФК.

3. Для дзеркальних ЦФК необхідно автоматичний режим наведення на різкість із фокусуванням об'єктиву на центр тестового зображення (test chart «ISO 12233 Photography»). Для звичайних ЦФК необхідно підібрати режим фокусування (наприклад, режим «макрозйомка» для фокусування предметів на близькій відстані). Також, необхідно використовувати однакові настройки по якості (розміри цифрового зображення, наприклад, 2272x1704 пікс).

4. Після встановлення ЦФК та її настройки, а також закріплення на плоскій поверхні тестового зображення. Необхідно здійснити фотозйомку тестового зображення із використанням досліджуваних ЦФК. Отримані електронні файли із зображеннями необхідно завантажити у програму «Quick MTF» для подальшого аналізу.

5. У програмі визначення показника ФПМ «Quick MTF», потрібно по чергово завантажити всі фотознімки тестової шкали та здійснити вимірювання. Виміряні значення ФПМ, параметри фотозйомки та характеристики застосованих ЦФК записати в табл. 10.1.

Таблиця 10.1. — Результати аналізу показника ФПМ (MTF)

№ п/п	Характеристики ЦФК			Режими фотозйомки				РЗ для M=50	MTF для T=0,5
	Марка ЦФК та об'єктив у	Діапазон фокусної відстані, мм	К- ть, Мп	ISO	Діафрагм а (f)	Видер- -жка	К-ть, пікс		
1.									
2.									



6. За допомогою засобів програмного пакету «Quick MTF» визначають 10-ть точок для залежності  $M(T)$  для кожного досліджуваного ЦФК та заносять отримані координати в табл. 10.2.

Таблиця 10.2. — Результати аналізу показника ФПМ (MTF)

№ п/п	Марка ЦФК	Значення просторової частоти ( $T$ ) при заданих точках ФПМ ( $M$ )									
		$M=100$	$M=90$	$M=80$	$M=70$	$M=60$	$M=50$	$M=40$	$M=30$	$M=20$	$M=10$
1.											
2.											
3.											

7. На основі табл. 2. побудувати зведену графічну залежність  $M(T)$  для всіх ЦФК, та позначити перетин точок на графіку при  $M=50$ ;  $M=11$  і  $T=0,5$ . На основі аналізу характеру кривих залежності  $M(T)$  здійснити висновок щодо РЗ кожного з досліджуваних ЦФК. У висновках необхідно навести аргументи щодо того, при яких значеннях РЗ для різних ЦФК забезпечується кращий показник ФПМ (контрасту).

8. Також у висновках, потрібно проаналізувати оптичну систему досліджуваних ЦФК щодо наявності на фотознімках різноманітних аберацій.

9. Результати роботи та проміжні дані заносяться в протокол.

10. Оцінювання протоколу здійснюється за виконаною роботою та додатковими теоретичними питаннями.

### **Звітність:**

Скласти письмовий звіт, в якому:

1. Описати порядок і методику виконання роботи.
2. У висновку навести результати аналізу об'єктивів сучасних ЦФК за результатами визначення РЗ, ФПМ та контрасту.

### **Контрольні завдання:**

1. Поясніть термін РЗ та вкажіть якою величиною може позначатися даний показник.
2. Охарактеризуйте різновиди дефектів оптичної системи об'єктиву ЦФК, як «сферична аберація», «астигматизм» та «бек/фронт фокус».
3. Поясніть термін ФПМ та вкажіть його призначення.
4. Назвіть основні різновиди аберацій оптичних систем ЦФК.
5. Охарактеризуйте різновиди дефектів оптичної системи об'єктиву ЦФК, як «дисторсія» та «кома».
6. Вкажіть яким чином за допомогою показника ФПМ та частоти Найквіста можна проводити аналіз оптичних систем об'єктивів ЦФК.
7. Охарактеризуйте різновиди дефектів оптичної системи об'єктиву ЦФК, як «хроматична аберація» та «він'єтування».

### **5. Список рекомендованої літератури**

1. ISO 12232:2006. Photography — Digital still cameras — Determination of exposure index, ISO speed ratings, standard output sensitivity, and recommended exposure index [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <https://www.iso.org/ru/standard/37777.html>
2. ISO 12233:2017. Photography — Electronic still picture imaging — Resolution and spatial frequency responses [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <https://www.iso.org/standard/71696.html>
3. ДСТУ 3321-96. Система конструкторської документації. Терміни та визначення основних понять.

4. Величко О. М. Відтворення тонового градієнту засобами репродукування: Монографія [Текст] / Величко О. М., Зоренко Я. В., Скиба В. М. — К.: ВПЦ «Київський університет», 2010. — 240 с.
5. Bryan Peterson. Understanding exposure: how to shoot great photographs with any camera. AmPhoto books, 2016.
6. Jack Dykinga. Capture the Magic: Train Your Eye, Improve Your Photographic Composition. Rocky Nook, Inc., 2013.
7. Michael Langford, Anna Fox, Richard Sawdon Smith. Langford's basic photography: the guide for serious photographers. Routledge, 2012.
8. Langford M., Fox A., Sawdon Smith R. Langford's Basic Photography. New York: Routledge, 2010.
9. В поисках кадра. Идея, цвет и композиция в фотографии / Брайан Петерсон; пер. с англ. Ю. Пиминой — М.: Манн, Иванов и Фербер, 2016.
10. Келби С. Ретушь портретов с помощью Photoshop для фотографов: Пер. с англ. / С. Келби. — Вильямс, 2012. — 368 с.
11. Гончарова Н. Фотография. Полный курс мастерства / Н. Гончарова — М.: Кладезь, АСТ, 2014. — 256 с.
12. Килпатрик Д. Светот и освещение / Д. Килпатрик, пер. с англ. — М.: Мир, 1988. — 223 с.
13. Надеждин Н. Я. Цифровая фотография. Практическое руководство / Н. Я. Надеждин. — СПб.: БВХ-Петербург, 2003. — 368 с.
14. Симулятор для моделирования схем освещения Virtual Lighting Studio [Електронний ресурс] \ \ Сайт [zvork.fr](http://www.zvork.fr). — Режим доступа: <http://www.zvork.fr/vls/>
15. Віртуальна цифрова фотокамера CameraSim [Електронний ресурс] \ \ Сайт [camerasim.com](https://camerasim.com). — Режим доступу: <https://camerasim.com/camerasim-free-web-app/>

## Додаток А

### *Приклад оформлення титульного аркуша*

МІНІСТРЕСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
імені Ігоря Сікорського

**КОМП'ЮТЕРНИЙ ПРАКТИКУМ № \_\_\_\_**

з дисципліни «Цифрова фотографія»

Виконав студент

групи \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

(шифр групи)

(Прізвище та ініціали)

Перевірів:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

(посада)

(Прізвище та ініціали)

КИЇВ 20\_\_\_\_